

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Приладобудівний факультет

(повна назва інституту/факультету)

Виробництва приладів

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(ініціали, прізвище)

“ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Дипломний проект**

**освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»**

зі спеціальності \_\_\_\_\_ 6.051003 – Приладобудування \_\_\_\_\_  
(код і назва)

на тему: \_\_\_\_\_ Система для інгаляційного наркозу \_\_\_\_\_

Виконав: студент \_\_\_\_\_ IV \_\_\_\_\_ курсу, групи \_\_\_\_\_ ПБ-351 \_\_\_\_\_  
(шифр групи)

Комарова Анастасія Дмитрівна \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник доцент, к.т.н. Безуглий М.О. \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант \_\_\_\_\_  
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному  
проекті немає запозичень з праць інших  
авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2019 року

## ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП ПБ-351.1702.000 ПЗ	Пояснювальна записка	91	
3	A1	ДП ПБ-351.1702.001 СХ	Класифікація апаратів інгаляційного наркозу	1	
4	A1	ДП ПБ-351.1702.002 СК	Загальний вигляд системи інгаляційного наркозу	1	
5	A1	ДП ПБ-351.1702.003СХ	Структурно-функціональна схема	1	
6	A2	ДП ПБ-351.1702.004 СХ	Пневматична схема роботи системи інгаляційного наркозу	1	
7	A2	ДП ПБ-351.1702.005 СК	Складальне випарника анестетиків системи інгаляційного наркозу	1	
8	A2	ДП ПБ-351.1702.006 СХ	Структурна схема складання випарника анестетиків	1	
9	A2	ДП ПБ-351.1702.007 СХ	Технологічна схема складання випарника анестетиків	1	

				ДП ПБ-351.1702.000 ПЗ		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Комарова А.Д.			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Безуглий М.О.				1	
Консульт.					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВП Гр. ПБ-351	
Н/контр.						
Зав.каф.	Тимчик Г.С.					

**Пояснювальна записка  
до дипломного проекту**

на тему: \_\_\_\_\_ Система для інгаляційного наркозу \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут (факультет) Приладобудівний факультет

(повна назва)

Кафедра Виробництва приладів

(повна назва)

Освітньо-кваліфікаційний рівень – «бакалавр»

Спеціальність 6.051003 – Приладобудування

(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

**на дипломний проект студенту**

Комарова Анастасія Дмитрівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Система для інгаляційного наркозу \_\_\_\_\_

керівник проекту Безуглий Михайло Олександрович \_\_\_\_\_ ,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «27» травня 2019 р. №1383-с

2. Термін подання студентом проекту 10.06.2019 \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до проекту паспорт, технічні умови, інструкція по експлуатації, об'ємна концентрація парів анестетика на вході випарника не більше 0,1%

4. Зміст пояснювальної записки Вступ 1. Конструкторський розділ; 1.1.Будова нервової системи; 1.2. Основи впливу наркозу на організм людини; 1.3. Класифікація апаратів інгаляційного наркозу; 1.4. Особливості побудови апаратури для інгаляційного наркозу; 1.5. Огляд сучасних систем для інгаляційного наркозу; 1.6. Аналіз пошуку засобів інтелектуальної власності; 1.7. Вибір і обґрунтування вхідних параметрів системи інгаляційного наркозу; 1.8. Розробка пневматичної схеми; 1.9. Розробка-структурно-функціональної схеми; 1.10 Розрахунок дихального міха системи інгаляційного наркозу; 1.11 Розробка вузла випарника 2. Технологічний розділ 2.1. Розробка складального вузла системи інгаляційного наркозу; 2.2. Розрахунок технологічних критеріїв складальних робіт; 2.3. Розробка точності складальних робіт випарника; 2.4. Розробка технологічно

процесу складання (ССС, ТСС, маршрутні карти); 2.5. Стенд для перевірки працездатності випарника анестетики системи для інгаляційного наркозу; Висновки; Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): Класифікація апаратів для інгаляційного наркозу (А1); Загальний вигляд системи для інгаляційного наркозу (А1); Пневматична схема роботи системи (А2); Структурно-функціональна схема роботи контурів системи для інгаляційного наркозу (А1); Складальне креслення (А2); СССР (А2); ТСС (А2); Деталювання (1-1,5 А1).

#### 6. Консультанти розділів проекту\*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Конструкторський			
Технологічний			

#### 7. Дата видачі завдання 13.03.2018

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Огляд та аналіз нервової системи людини. Її структур та вплив лікарських речовин на організм людини	27.03.2019	
2	Розробка класифікації апаратів для інгаляційного наркозу	10.04.2019	
3	Опис основних принципів проведення інгаляційного наркозу	16.04.2019	
4	Огляд та аналіз засобів інтелектуальної власності та сучасних аналогів	24.04.2019	
5	Розробка структурно-функціональної та пневматичної схеми	06.05.2019	
6	Проведення розрахунків	06.05.2019	
7	Розробка конструкції. Деталювання.	22.05.2019	
8	Проведення технологічних розрахунків	29.05.2019	
9	Розробка СССР та ТСС	03.06.2019	
10	Розробка маршрутних карт	07.06.2019	
11	Подача диплому до захисту	10.06.2019	

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(ініціали, прізвище)

\* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

## АНОТАЦІЯ

Даний дипломний проект складається з 2 розділів та 2 додатків, на 92 сторінках, містить 29 рисунків, 9 таблиць і 24 формули.

В дипломному проекті розглядаються система для інгаляційного наркозу, а саме вдосконалення апарату для проведення знеболювання перед хірургічним втручанням.

В конструкторському розділі проекту розглянуто фізіологічні параметри центральної нервової системи, методи їх дослідження, виконано вибір необхідного апарату для дослідження з подальшим розглядом його конструкції, принципу дії та проведенню необхідних проектних розрахунків. Були розроблені його структурні і пневматична схеми. Спроектовано випарник анестетика з заміною крана регулювання концентрації випарника.

В технологічному розділі проекту розроблено складальне креслення, подані матеріали та розрахунки, пов'язані з описом та відпрацюванням виробу на технологічність, розроблено схема складального складу, технологічна схема складання приладу та маршрутно-операційні карти. Також приведена повірка для розробленого вузла, а саме контроль газу на вході випарника анестетика.

Ключові слова: центральна нервова система, система для інгаляційного наркозу, вентиляція легень, штучне дихання, випарник анестетика.

## **SUMMARY**

This project consists of 2 sections and 2 additions, on 92 pages, contains 29 figures, 9 tables and 24 formulas.

In the project the system for inhalation anesthesia is considered, namely, the perfection of the apparatus for anesthetizing before surgical intervention.

In the design section of the project physiological parameters of the central nervous system, methods of their research, the choice of the necessary apparatus for research with the further consideration of its design, the principle of action and the necessary design calculations. His structural and pneumatic schemes were developed. The anesthetic evaporator was designed with the replacement of the valve regulating the concentration of the evaporator.

In the technological section of the project, the assembly drawing, materials and calculations related to the description and working out of the product on the processability have been developed, the scheme of assembly assembly, the technological scheme of assembly of the device and route-operational maps have been developed. Calibration for the developed site is also provided, namely the control of the gas at the entrance of the anesthetic evaporator.

**Key words:** central nervous system, system for inhalation anesthesia, ventilation of lungs, artificial respiration, evaporator of anesthetic.

## АННОТАЦИЯ

Данный проект состоит из 2 разделов и 2 приложений, на 92 страницах, содержит 29 рисунков, 9 таблиц и 24 формулы.

В дипломном проекте рассматриваются система для ингаляционного наркоза, а именно совершенствование аппарата для проведения обезболивания перед хирургическим вмешательством.

В конструкторском разделе проекта рассмотрены физиологические параметры центральной нервной системы, методы их исследования, выполнен выбор необходимого аппарата для исследования с последующим рассмотрением его конструкции, принципа действия и проведению необходимых проектных расчетов. Были разработаны его структурные и пневматическая схемы. Спроектирован испаритель анестетика с заменой крана регулирования концентрации испарителя.

В технологическом разделе проекта разработан сборочный чертеж, представленные материалы и расчеты, связанные с описанием и отработкой изделия на технологичность, разработаны схема сборочного состава, технологическая схема сборки прибора и маршрутно-операционные карты. Также приведена поверка для разработанного узла, а именно контроль газа на входе испарителя анестетика.

Ключевые слова: центральная нервная система, система для ингаляционного наркоза, вентиляция легких, искусственное дыхание, испаритель анестетика.



## **Перелік умовних позначень**

ЦНС – центральна нервова система

АХ - ацетилхолін

НА – норадреналін,

СТ - серотонін

ДА - дофамін

ГАМК – гаммааміномасляна кислоти

ЕЕГ – електроенцефалограма

ІН - інгаляційний наркоз

ШВЛ – штучна вентиляція легень

МП – мікропроцесор

ВА – випарник анестетика,

ССС- схема складального складу

ТСС – технологічна схема складу

## ЗМІСТ

Вступ	
1. Конструкторський розділ.....	12
1.1. Будова нервової системи людини.....	13
1.1.1. Загальна будова нервової системи.....	13
1.1.2 Будова центральної нервової системи.....	15
1.1.2.1. Зміни структури шкіри .....	15
1.1.2.2. Головний мозок.....	17
1.1.2.3. Засоби, що впливають на центральну нервову систему.....	19
1.2. Основи впливу наркозу на організм людини.....	21
1.2.1. Механізм дії наркозних засобів.....	20
1.2.2 Засоби для наркозу.....	21
1.2.3. Стадії наркозу.....	22
1.2.4. Класифікація препаратів для наркозу.....	23
1.3. Класифікація апаратів інгаляційного наркозу.....	24
1.4. Особливості побудови апаратури для інгаляційного наркозу.....	25
1.5. Огляд сучасних систем для інгаляційного наркозу.....	28
1.6. Аналіз пошуку засобів інтелектуальної власності.....	34
1.7. Вибір і обґрунтування вхідних параметрів системи для інгаляційного наркозу .....	43
1.8. Розробка пневматичної схеми роботи системи.....	46
1.9. Розробка структурно-функціональної схеми роботи системи .....	48
1.10. Розрахунок дихального міха системи інгаляційного наркозу.....	50
1.11. Розробка вузла випарника анестетики.....	54
1.11.1. Принцип роботи випарника анестетики.....	54
1.11.2. Розробка випарника анестетики.....	55
2. Технологічний розділ.....	58
2.1. Розробка складально вузла системи для інгаляційного наркозу.....	59
2.1.1. Аналіз технологічності блоку випарника анестетики .....	59

2.1.2. Розробка складального креслення випарника анестетики	60
2.2. Розрахунок технологічних критеріїв випарника анестетики.....	61
2.2.1. Основні критерії технологічності.....	61
2.2.2. Відносні показники технологічності випарника анестетики...	61
2.3. Розрахунок точності складальних робіт випарника анестетики.....	65
2.4. Розробка технологічного процесу складання випарника.....	67
2.4.1. Схема структурного складу.....	69
2.4.2. Технологічна схема складання.....	70
2.4.3. Розробка маршрутних карт.....	72
2.5. Стенд для перевірки працездатності випарника анестетики системи інгаляційного наркозу.....	72
Висновки .....	74
Список використаних джерел.....	75
Додаток А – графічний матеріал.....	78
Додаток Б – маршрутні карти.....	89

## Вступ

На сьогоднішній день системи інгаляційного анастезії забезпечують не тільки подачу газоподібних і рідких інгаляційних анестетиків і кисню, але також проводять комплексний моніторинг вітальних показників (тиск в дихальних шляхах, потік і концентрація кисню, частоту серцевих скорочень) а також при необхідності автоматичну штучну вентиляцію легенів пацієнта.

Сучасні лікарські речовини, які використовуються для загального знеболення і проведення хірургічних втручань на органах і системах організму людини неоднаково діють на різні відділи центральної нервової системи (послаблюється функція кори великих півкуль і підкірки, спинного мозку, пригнічуються функції довгастого мозку). Даний процес є дуже складним та має ряд ризиків викликаних впливом наркозу на життєво важливі центри (дихальний, судиноруховий).

Смстеми інгаляційного наркозу повинні відповідати всім вимогам нейроанестезіології, що є надзвичайно складною та динамічною галузю медичної науки, котра потребує наявності висококваліфікованого персоналу та наявності апаратури, що здатна забезпечити безпечне втручання в складний процес функціонування фізіологічних систем людини.

# **I. Конструкторський розділ**

## 1.1. Будову нервової системи людини

### 1.1.1. Загальна будова нервової системи

Нервова система регулює усі функції людського організму: роботу внутрішніх органів, рухову діяльність та тканинні процеси. Психічна діяльність людини це результат розумової роботи фізіологічної діяльності головного мозку. Нервова система є фізіологічною системою, що характеризує *сукупність об'єднаних організацією та управлінням живих структур і елементів, які характеризуються певними властивостями та функціями, що відрізняють їх від інших структур і елементів*. Діяльність системи характеризується проявами її основних функціональних властивостей, тобто специфічними реакціями [1,2].

Нервова система людини складається з центральної нервової системи (ЦНС) та периферійної нервової системи (ПНС), що зображено на рис.1.1 [1]:

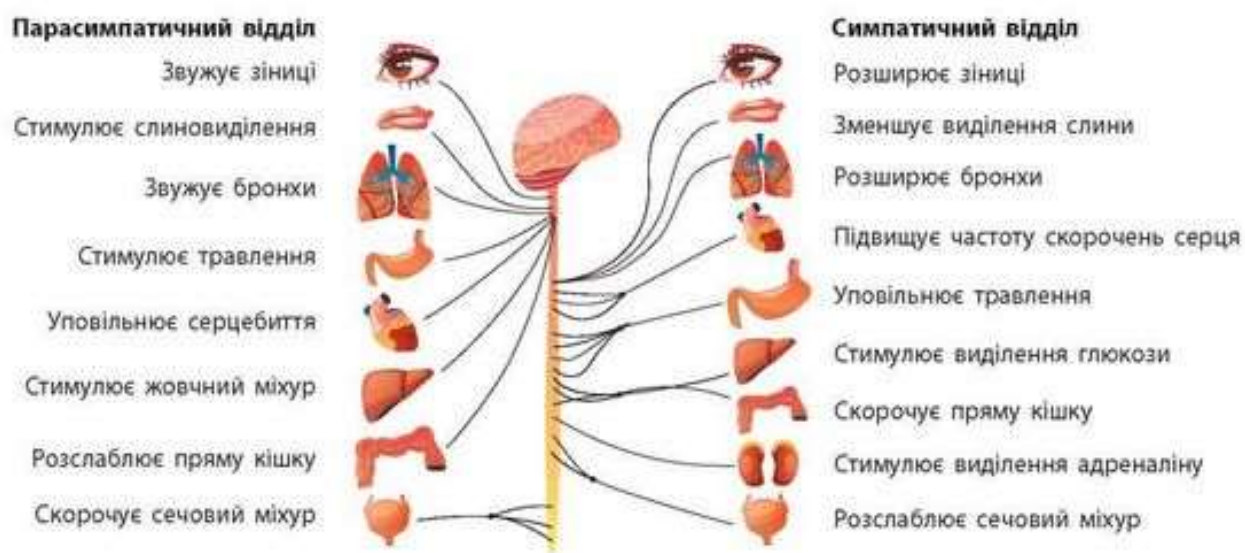


Рис.1.1 Нервова система людини [3]

До ЦНС належить головний (encephalon) і спинний мозок (medulla spinalis), а ПНС представляє собою черепні нерви (nervi craniales), що відходять від головного і спинного мозку, спинномозкові нерви (nervi spinales), нерви автономного відділу (вегетативного відділу), нервові вузли (ganglia nervorum), нервові сплетення (plexus nervorum), рецептори на нервові закінчення. Збираючись у пучки різної товщини, нервові волокна утворюють

нерви, які зв'язують головний і спинний мозок зі всіма органами та системами організму [2].

Основою нервової системи є нервова тканина яка складається з нейронних клітин (рис.1.2), які виконують проведення нервових імпульсів та специфічні для нервової системи завдання (аналіз інформації, трофічна функція).

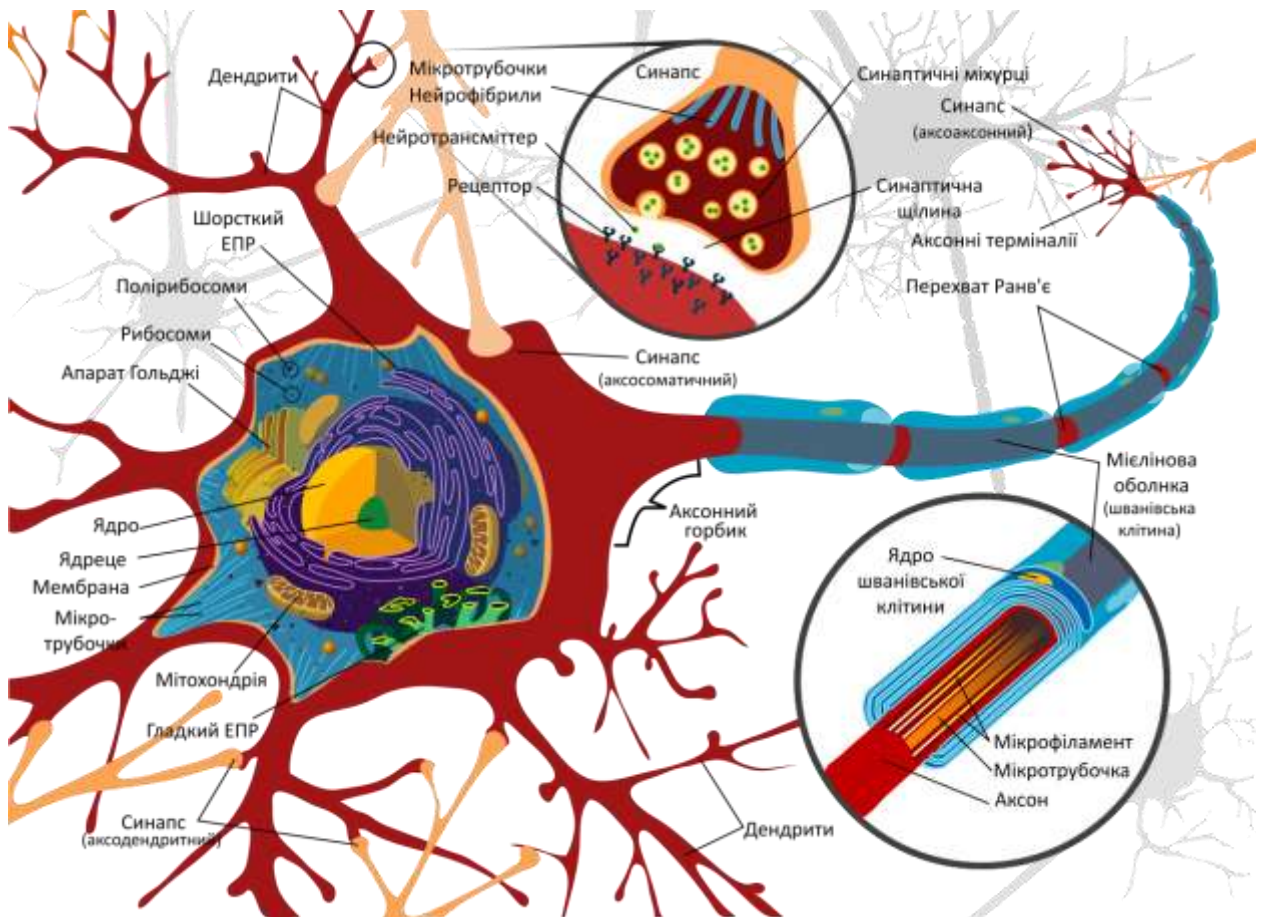


Рис.1.2 Будова нейрона [4]

Нервова система встановлює зв'язки між усіма органами організму, сприймає та відповідає подразнення навколишнього середовища відповідними реакціями.

За анатомо-функціональною класифікацією нервова система умовно поділялась на [2]: соматичну (анімальна нервова система), що іннервує опорно-руховий апарат і всі органи чуттів та вегетативну (автономну нервову систему), що регулює процеси обміну речовин та роботу всіх внутрішніх органів (серця, нирок, легень та ін.) [5].

## 1.1.2. Будова центральної нервової системи

### 1.1.2.1.Спинний мозок

Центральної нервової система людини, зображена на рис.1.3 містить спинний мозок, який має примітивну структуру, і головний, що генетично зазнав низку складних перетворень.

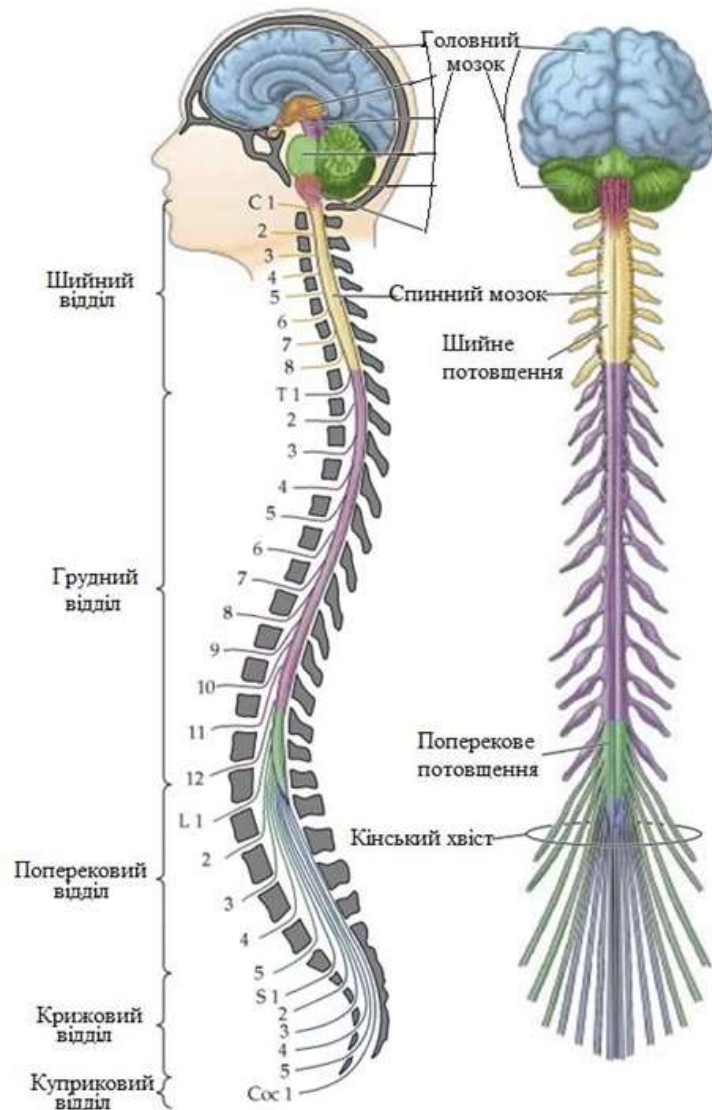


Рис.1.3. Відділи центральної нервової системи [6]

Спинний мозок — нижній відділ ЦНС, розташований в хребтовому каналі. Він починається на рівні нижнього краю отвору потиличної кістки і є безпосереднім продовженням довгастого мозку (нижня частина головного мозку), а внизу закінчується конусоподібним звуженням, від якого вниз



відходить кінцева нитка, сформована із сполучної тканини. Ця нитка спускається в крижовий канал і прикріплюється до його стінки. Спинний мозок у дорослої людини являє собою тяж довжиною 41-45 см, дещо сплюснений спереду назад, діаметром — 1 см, масою близько 35 г [5,6].

Спинний мозок виконує функцію каналу, яким передається інформація (вниз та вгору), а також є центром координації деяких рефлексів.

Спинний мозок має два потовщення: шийне і поперекове, що відповідають місцям виходу з нього нервів, які йдуть до верхніх і нижніх кінцівок.

У центрі спинного мозку проходить вузький спинномозковий канал, заповнений спинномозковою рідиною (рис.1.4), який сполучається з системою шлуночків головного мозку.

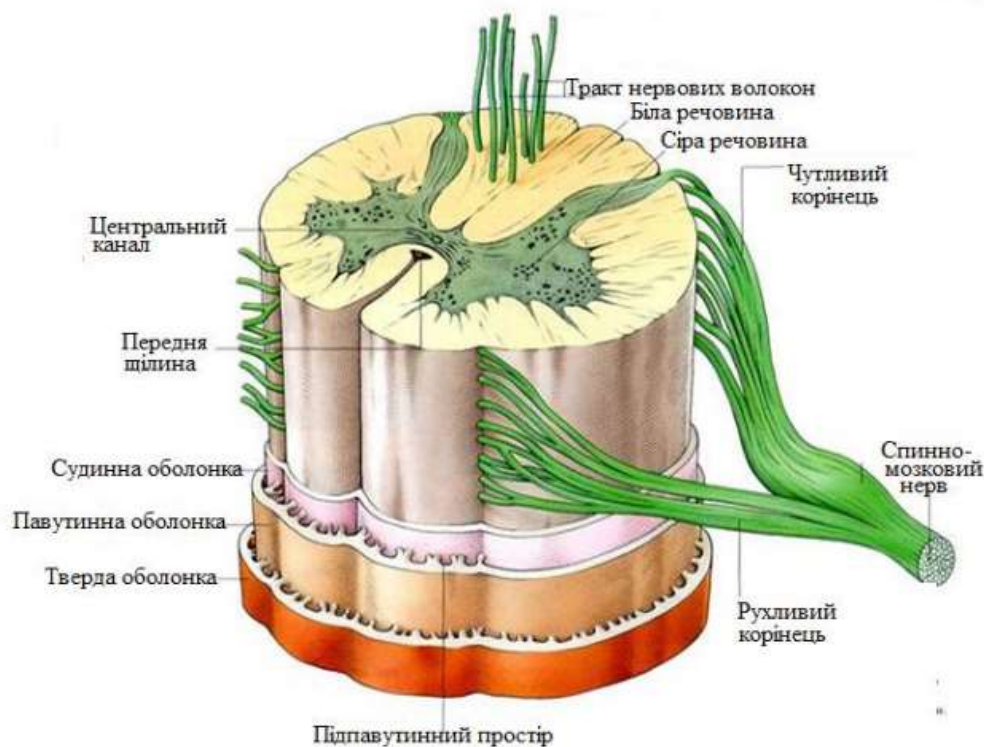


Рис.1.4 Будова сегменту спинного мозку [6]

Спинний мозок вкритий трьома оболонками: твердою, павутинною, м'якою, які також сполучаються з аналогічними оболонками, що вкривають головний мозок.

Права і ліва частина спинного мозку спереду і ззаду розділені глибокими борознами. Навколо центрального каналу розташована сіра речовина, яка складається з тіл вставних нейронів (інтернейронів, 95 %) і

рухових (моторних) нейронів (5 %). На поперечному розрізі сіра речовина формує фігуру, схожу на метелика. Передній виступ сірої речовини називається вентральним рогом; в ньому розташовані тіла рухових нейронів. З них виходять аксони, які, з'єднуючись між собою, утворюють вентральні нервові корінці. Протилежний виступ — дорсальний ріг, від нього виходять дорсальні (задні) нервові корінці, що являють собою відростки чутливих (сенсорних) нейронів; тіла цих нейронів лежать за межами спинного мозку в дорсальних гангліях. Передні та задні корінці поблизу від спинного мозку з'єднуються між собою, вкриваються єдиною жироподібною оболонкою і утворюють спинномозковий змішаний нерв [6].

Від спинного мозку відходить 31 пара змішаних нервів, відповідно до яких виділяють 31 сегмент (8 шийних, 12 грудних, 5 поперекових, 5 крижових, 1 куприковий). Кожному сегменту спинного мозку відповідає певна ділянка тіла, що пов'язана руховою та чутливою іннервацією з даним сегментом [5,6].

#### **1.1.2.2 Головний мозок**

Головний мозок (encephalon) людини є головним органом центральної нервової системи, що складається з маси взаємозалежних нервових клітин та розташовується в порожнині черепа і є не лише субстратом психічної діяльності, а й регулятором усіх процесів, які відбуваються в організмі [5,6].

Головний мозок має 12 пар черепно-мозкових нервів (із них 11 пар іннервують органи голови та шиї, а одна пара (блукаючий нерв)) та ділиться на основні відділи, що зображено на рис.1.5

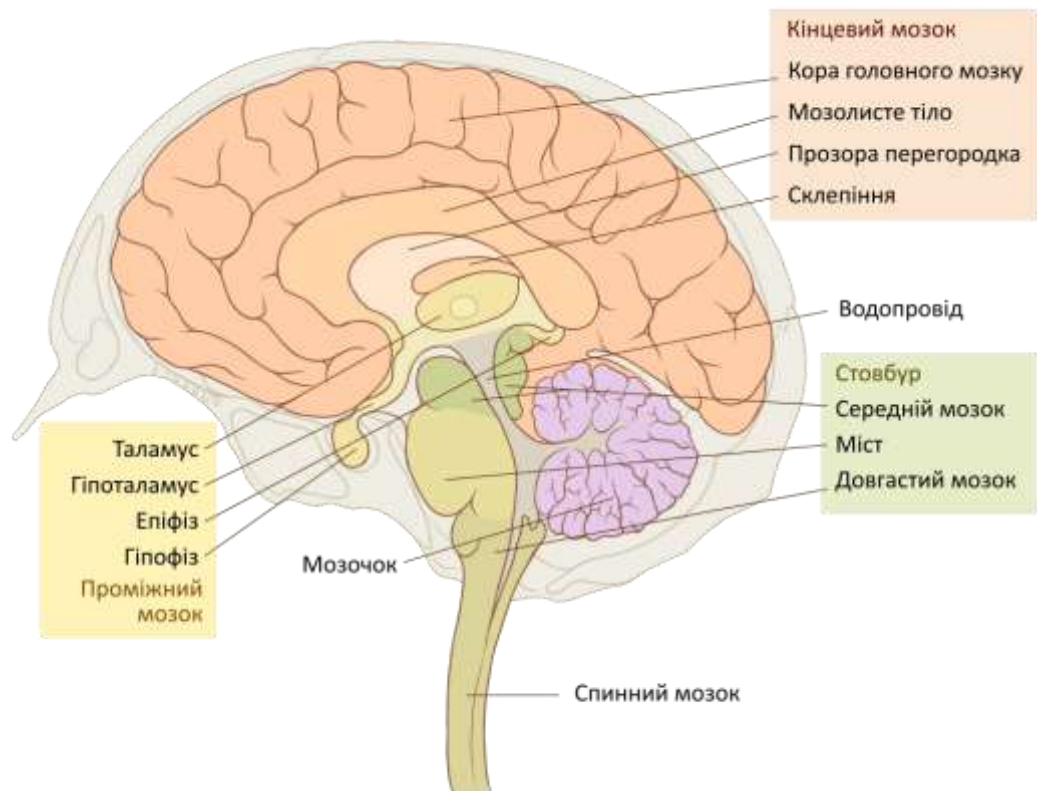


Рис.1.5 Відділи головного мозку [6]

Головний мозок представляє півкулі великого мозку, які є основою психічної діяльності і стовбур з мозочком. У корі великих півкуль виділяють лобову долю, тім'яну, скроневу та потиличну. Смакова і нюхова зони розміщені у лобовій долі, рухова і шкірном'язова - у лобовій та тім'яній, слухова - у скроневій, зорова - у потиличній [5].

У великих півкулях розрізняють три зони: чуттєву, рухову і асоціативну. Нейрони чуттєвої зони сприймають і формують адекватну реакцію організму на імпульси від органів чуття. Нейрони рухових аналізують імпульси від м'язів, сухожилок, кісток і керують складними рухами, їх координацією [6]. Різні зони кори пов'язують між собою нейрони асоціативних зон і в них формуються психічні функції - пам'ять, логічне мислення, уява. Мозочок виконує рефлекторну функцію і координує рухи, регулює рівновагу тіла, підтримує тонус м'язів.

Середній мозок виконує рефлекторну, провідникову функції і в ньому знаходяться центри зору, слуху, м'язового тону.

Довгастий мозок виконує рефлекторну, провідникову функції, у ньому локалізовані центри: дихальні, серцево-судинні, секреторної діяльності травних залоз, жування, ковтання, блювання, кашлю, слиновиділення, потовиділення [6].

Проміжний мозок виконує рефлекторну і провідникову функції та утворений таламусом, що передає імпульси від рецепторів до інших частин головного мозку і гіпоталамусом, який керує вегетативними реакціями організму, діяльністю гіпофізу. У проміжному мозку знаходиться епіфіз, який здійснює гуморальну регуляцію деяких функцій організму (сну, пробудження, біоритмів) [5].

#### 1.1.2.3. Засоби, що впливають на центральну нервову систему

В організмі людини периферичні нерви передають нервові імпульси передають у вигляді електрохімічної реакції. Провідниками є нервові волокна, більша частина яких вкрита гліальними клітинами, що зображено на рис.1.6 та які утворюють мієлінову оболонку, яка ізолює їх від зовнішнього розчину електролітів та при контакті утворюється синапс.

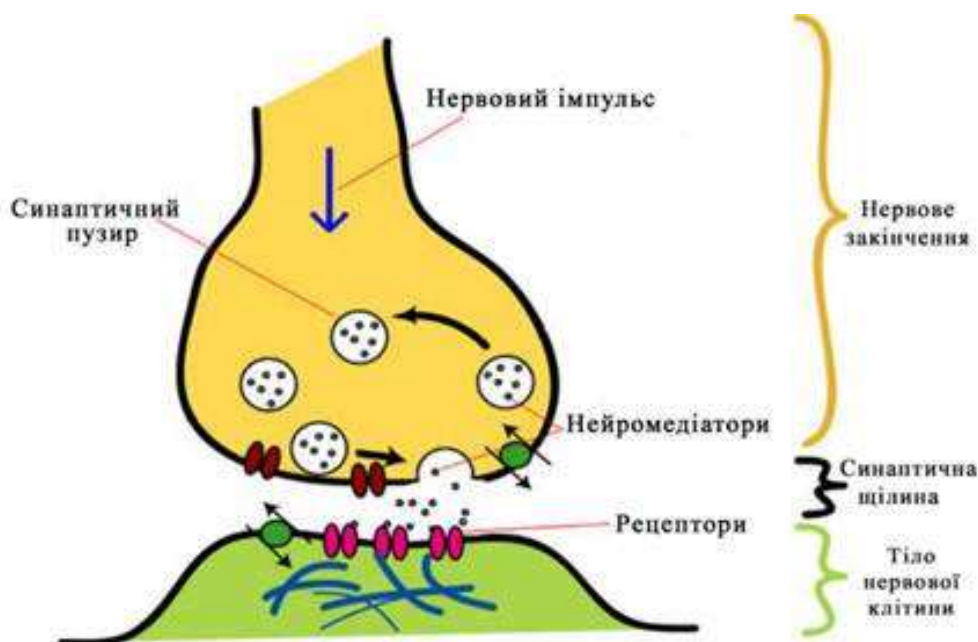


Рис.1.6 Будова синапсу [7]

У синапсах відбувається хімічна передача нервових імпульсів за допомогою специфічних речовин – медіаторів. Медіатором постгангліо-

нарних парасимпатичних нервів є ацетилхолін, тому їх називають холінергічними [7].

Існує класифікація речовин, що діють на холінергічні нерви яка поділяється на холіноміметики (збуджують м- або н-холінорецептори, що призводить до нагромадження ацетилхоліну у синаптичній щілині) та холінолітики (блокують м- або н-холінорецептори, які стають нечутливими до ацетилхоліну, внаслідок чого припиняється передача імпульсів). Н-холінолітики в свою чергу діляться на гангліолітики, що блокують рецептори гангліїв мозкового шару надниркових залоз і каротидних клубочків та на міорелаксанти, які блокують скелетнім'язи [7].

Лікарські речовини, які використовуються як засоби для наркозу, пригнічують функціональну активність ЦНС, спричиняють тимчасову втрату больової та інших видів чутливості з одночасною втратою свідомості й розслаблення скелетної мускулатури (тимчасовий зворотний функціональний параліч) та використовуються для загального знеболення і проведення хірургічних втручань на органах і системах організму людини. Засоби для наркозу неоднаково діють на різні відділи ЦНС, а саме: спочатку послаблюється функція кори великих півкуль і підкірки, потім – спинного мозку в останню чергу під впливом великих (токсичних) доз пригнічуються функції довгастого мозку, де знаходяться життєво важливі центри (дихальний, судиноруховий) [5-7].

## **1.2. Основи впливу наркозу на організм людини**

### **1.2.1 Механізм дії наркозних засобів**

Основним механізмом дії наркозних засобів є порушення (блокування) синаптичних (міжнейронних) передач збудження в різних відділах ЦНС. Електрофізіологічними дослідженнями встановлено, що засоби для наркозу гальмують передачу нервових імпульсів у неспецифічній аферентній системі стовбура мозку (ретикулярна формація) [8].

Засоби для наркозу в анестетичних концентраціях ослаблюють пресинаптичне виділення, зворотне захоплення і швидкість кругообігу ацетилхоліну (АХ), норадреналіну (НА), серотоніну (СТ), меншою мірою — дофаміну (ДА), гаммааміномасляної кислоти (ГАМК) і опіїдних пептидів (ОП). Поряд з цим зміна пресинаптичних механізмів зворотного захоплення і швидкості обміну медіаторів викликає збільшення рівня АХ, НА, СТ, ГАМК, зниження концентрації ДА і ОП у нервовій тканині. Однак ці показники не дозволяють думати про напрям функціонування" міжневронної передачі під час наркозу. Анестетичні речовини конкурентно блокують м- і н-холінорецептори,  $\alpha$  і  $\beta$ -адренорецептори, рецептори ДА, N-метиласпартату і глутамату. При цьому збуджуються опіатні,  $\alpha_2$ -адренергічні, ГАМК-і бензодіазепінові рецептори [7,8].

Синаптичні утворення центральної нервової системи мають неоднакову чутливість до засобів для наркозу. Це може бути зумовлено багатьма причинами, зокрема поліморфізмом клітин нервової тканини, різноманітністю фосфоліпідів у мембранах, ступенем їх змін під впливом наркотичних засобів, різною чутливістю хімічних синапсів на різних рівнях головного і спинного мозку тощо [9].

У механізмах наступного розслаблення скелетної мускулатури лежить пригнічення вищих рухових центрів середнього мозку і мозочка, а також субординаційне гальмування сегментарних рефлексів у поєднанні з прямою дією засобів для наркозу на чутливі елементи спинного мозку.

### **1.2.2. Засоби для наркозу**

Засоби для наркозу поділяються на [7-9]:

- 1) засоби для інгаляційного наркозу (рідкі або газоподібні речовини, які вводяться через дихальні шляхи);
- 2) засоби для неінгаляційного наркозу, які вводяться внутрішньовенно, підшкірно, внутрішньом'язово, ректально.

Наркоз - термін, що означає загальне знеболювання, стан в штучно викликаному сні, при цьому втрачається больова чутливість. Мета цілком зрозуміла - захистити організм від хворобливих відчуттів при операції.

На сьогоднішній день застосовується декілька різновидів наркозу найбільш ефективних засобів з мінімальними наслідками для організму.

### **1.2.3. Стадії дії наркозу**

За глибиною наркозу розрізняють 4 стадії: аналгезія, збудження, наркозний сон і пробудження [10].

Аналгезія (приглушення) триває до 3 хвилин, характеризується втратою больової чутливості при збереженні свідомості. Аналгезія достатня для короточасних оперативних втручань (розтин флегмони, абсцесу).

Збудження, характеризується втратою свідомості і контролю функцій вищих центрів. Рефлекторна діяльність посилюється, тонус м'язів підвищується, посилюється рухове і мовне збудження.

Наркозний сон (хірургічний наркоз). Втрата свідомості, больової, тактильної та інших видів чутливості, міорелаксація. Втрата реакції рогівки на дотик, кругового руху очей свідчать про досягнення тієї глибини наркозу, коли можна починати операцію.

У стадії хірургічного наркозу виділяють глибину наркозу [10]:

1. Поверховий наркоз — розпізнається за пригніченням ковтального рефлексу. Зіниці звужені, але реагують на світло, рогівковий рефлекс і рухи очей збережені. Дихання стає правильним і глибоким, розслаблення скелетної мускулатури ще не настає. Рефлекси подразнення очеревини, стискача (сфінктера) відхідника збережені. На електроенцефалограмі (ЕЕГ) — змішаний ритм.
2. Легкий наркоз — розпізнається за відсутністю рогівкового рефлексу і реакції зіниць на світло; центральне положення очей. Вегетативні функції організму стабілізуються. Зникають рефлекси з очеревини. Тонус м'язів частково зберігається. На ЕЕГ відмічаються повільні хвилі з частотою 1-3 Гц.

3. Глибокий наркоз — це рівень розширення зіниць і вираженого розслаблення скелетної мускулатури. Властиве ослаблення грудного і переважання діафрагмального дихання прискорення дихальних рухів. Пульс частішає, артеріальний тиск знижується. На цьому рівні витривалість організму різко знижується (15 хв життя на рівні Ш<sub>3</sub> відповідає 2 год життя на рівні Ш<sub>2</sub>).

Надглибокий наркоз — рівень діафрагмального дихання. Об'єм вентиляції легень зменшується, артеріальний тиск знижується, зростає дихальна і циркуляторна гіпоксія тканин, насамперед — мозку і серця. З'являється ціаноз шкіри. На цьому рівні наркозу організм перебуває на межі між життям і смертю. На ЕЕГ з'являються зони «електричного мовчання». Цей рівень є критичним. Якщо не припинити наркоз, на цьому рівні може настати агональна стадія, тобто стадія паралічу ЦНС із зупинкою дихання і смертю [9,10].

#### **1.2.4.Класифікація препаратів для наркозу**

Класифікація препаратів для наркозу [10,11]:

- 1) Засоби для інгаляційного наркозу:
  - а) леткі рідини — ефір, фторотан (галотан), метоксифлуран, десфлуран, енфлуран, ізофлуран тощо;
  - б) гази — азоту закис, циклопропан тощо.
- 2). Засоби для неінгаляційного наркозу:
  - а) порошки у флаконах — тіопентал-натрій, кеталар (кетамін, каліпсол);
  - б) розчини в ампулах — натрію оксибутират, пропанідид (сомбrevін), тропофол (диприван).

Загальна характеристика засобів для інгаляційного наркозу: ввід за допомогою спеціальної апаратури, наркоз легко керується, більшість препаратів справляють подразливу дію на слизові оболонки дихальних шляхів, травмують психіку пацієнта, потрапляють в атмосферу і можуть мати шкідливий вплив на медичний персонал.



### 1.3. Класифікація апаратів інгаляційного наркозу

В диплом проекті було розроблено класифікацію апаратів інгаляційного наркозу (ІН), що представлена в додатку А ДП ПБ-351.1702.001 Сх та на рис. 1.7 та призначені для створення і подачі наркозних газів і парів через дихальний контур пацієнту. Це газопровідна система з вимірювальними, дозуючими і клапанными пристроями, в якій протікають гідравлічні і фізико-хімічні процеси. На рис.1.4. приведено класифікацію апаратів інгаляційного наркозу [12].



Рис 1.7. Класифікація апаратів інгаляційного наркозу (додаток А)

Апарати для інгаляційного наркозу за використанням поділяються на такі що використовуються в стаціонарних умовах (пересувні та стаціонарні) та для надання швидкої допомоги (портативні та малогабаритні).

Газова суміш рухається в системі подачі дихального газу та може бути безперервною або дискретною (переривчастого) в залежності від конструктивних особливостей апарату. Існують апарати ІН безперервного потоку і апарати ІН переривчастого потоку. У першому випадку дихальний газ рухається в системі подачі і надходить у дихальний контур (дихальний мішок або меха) безперервно («Полинаркон-2»); у другому випадку – рух

дихального газу в системі подачі і надходження його в дихальний контур (дихальний меха) відбуваються періодично, по мірі споживання газу хворим [12]. Також у класифікації приведено умови використання приведених вище інгаляторів наркозу.

#### 1.4. Особливості побудови апаратури для інгаляційного наркозу

Апарати інгаляційного наркозу призначені для утворення газонаркотичної суміші з дозованим вмістом аністетиків, подачі її, а також кисню хворому. Система для ІН зображена на рис.1.8 та передбачає три основні блоки: блок дозиметрів, випарник і дихальний блок.

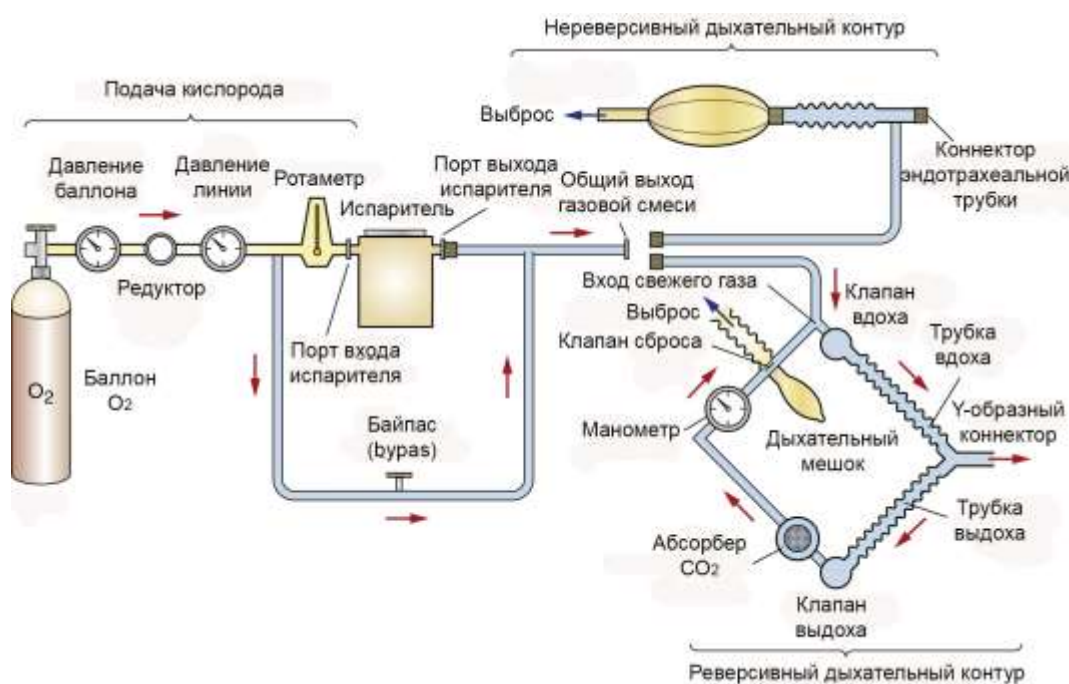


Рис.1.8 Схема апарату інгаляційної анестезії з реверсивним і нереверсивним дихальним контуром [13].

Дозиметри призначені для вимірювання потоку кисню і окису азоту, які поступають в апарат з балонів. Випарник призначений для перетворення рідких загальних анестетиків у пар і їх дозуванню. Дихальний блок складається з абсорбера, дихальних клапанів, мішка та хутра, шлангів. Абсорбер заповнюється натронним вапном (ХПІ, ГОСТ 6755-73) і служить для поглинання вуглекислого газу при використанні закритого і напівзакритого контуру дихання [12,13].

Наявні в апараті клапани підрозділяють на дихальні, запобіжні та нереверсивні. Дихальні клапани вдиху і видиху забезпечують направлення

газового потоку до хворого на вдиху і на видиху. Запобіжний клапан призначений для скидання з апарату газової суміші при досягненні заданого в ньому тиску. Нереверсивний клапан поділяє потоки газової суміші, які вдихаються та видихаються, в умовах відкритого або напіввідкритого контурів дихання [13]. В залежності від джерела газу (балони, атмосфера), який поступає в дихальний блок і ступеня його герметизації, розрізняють чотири контури дихання: відкритий, напіввідкритий, напівзакритий і закритий.

Відкритий контур дихання, що показано нарис.1.9 характеризується тим, що в апарат надходить повітря з атмосфери. Видихуваний газ також повністю викидається в атмосферу, минаючи апарат.

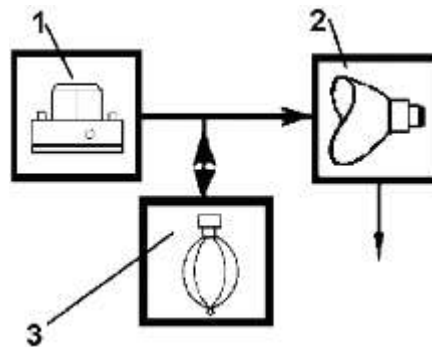


Рис.1.9. Система відкритого дихального контуру[12]: 1 - випарник рідкого анестетика; 2 - лицьова маска; 3 – мішок

Напіввідкритий контур дихання (рис.1.10) відрізняється від відкритого контуру тільки тим, що гази надходять в апарат не з атмосфери, а з балонів.

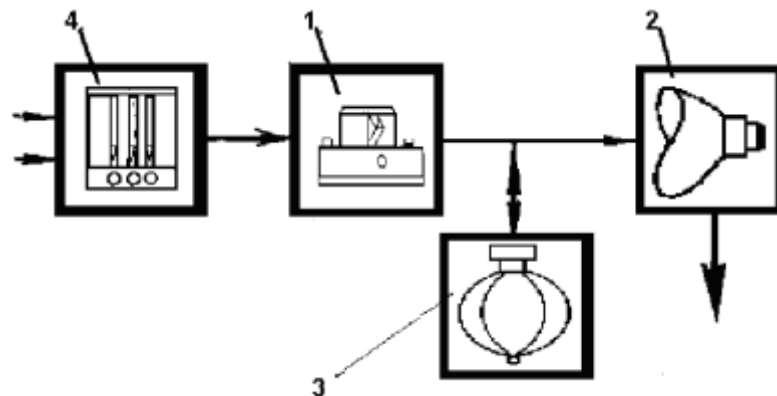


Рис.1.10. Система напіввідкритого дихального контуру[12]: 1 - випарник рідкого анестетика; 2 - лицьова маска; 3 – мішок, 4 - блок дозиметрів.

При напівзакритому контурі (рис.1.11.) газу в апарат поступають з балонів, а видихуваний газ частково повертається в дихальний блок, а частково викидається в атмосферу.

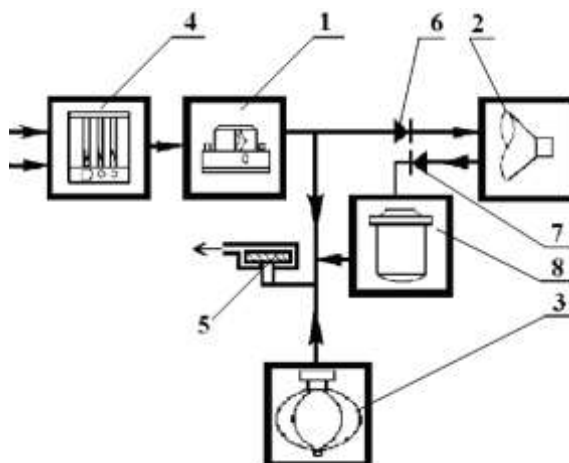


Рис.1.11. Система напівзакритого дихального контуру[12]: 1 - випарник рідкого анестетика. 2 - лицьова маска, 3 – мішок, 4 - блок дозиметрів, 5 - запобіжний клапан, 6 - клапан вдиху, 7 - клапан видиху, 8 – абсорбер

Про закритий контур дихання говорять тоді (рис.1.12), коли газу надходять в апарат з балонів, а видихувана газова суміш також повністю повертається в апарат.

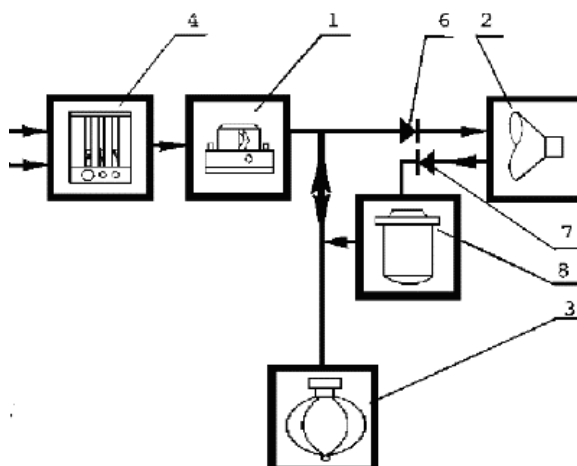


Рис.1.12. Система закритого дихального контуру [12]: 1 - випарник рідкого анестетика. 2 - лицьова маска, 3 – мішок, 4 - блок дозиметрів, 6 - клапан вдиху, 7 - клапан видиху, 8 – абсорбер

Абсолютно закритий контур може призвести до важких порушень газообміну, тому його можна використовувати тільки у спеціально призначених для цього апаратах.

### 1.5. Огляд сучасних систем для інгаляційного наркозу

Ефективність роботи докторів-анестезіологів залежить в більшій мірі від використання наркозно-дихальної апаратури. Коротко розглянемо декілька сучасні системи для інгаляційного наркозу.

Полінаркон-12 (рис 1.13) призначений для проведення інгаляційного наркозу (ІН) фторотаном, ефіром для наркозу та медичної закисом азоту по нереверсивного і частково-реверсивному контурам дихання.

Система призначена для дорослих і дітей старше шести років, його технічні характеристики представлені в таблиці 1.1



Рис 1.13. Полінаркон-12 [14]

Апарат забезпечує автоматичну підтримку заданого складу і кількості суміші кисню і закису азоту при проведенні інгаляційного наркозу.

Таблиця 1.1. Технічні характеристики [14]:

Характеристики		Параметри
1	Тривалість безперервної роботи, не менше	7, год
2	Габаритні розміри	800х600х1440, мм
3	Загальна місткість поглинача двох камер адсорбера видихається вуглекислоти	1,5, л
4	Екстрена (не дозована) подача кисню пацієнтові, не менше	45 л/хв
5	Діапазон регулювання тиску розгерметизації контуру дихання і стравлювання надлишкового газу запобіжним клапаном	0,1 -6,0КПа
6	Діапазони дозованої подачі газів - кисню - закису азоту	- 0,2 – 20 л/хв - 1,0-10,0 л/хв
7	Робочі діапазони об'ємної концентрації анестетиків: - фторотана - ефіру - енфлюран	- 0-4,5 % - 0-15,0 % - 0,1-5,0%

Апарат розрахований на експлуатацію в стаціонарних хірургічних операційних при температурі навколишнього повітря 25 +/-5С, відносної вологості 80% при температурі 25С і атмосферному тиску (101+/-4)кПа [(760+/-30) мм рт.ст.] без динамічних механічних впливів.

Система інгаляційного наркозу наркозно - дихальний апарат Practice 3000 для дітей і дорослих з вбудованим кольоровим монітором дихальних функцій (рис.1.13).



Рис 1.13. Наркозно-дихальний апарат Practice 3000 [15]

Дозволяє проводити інгаляційну анестезію дихальною сумішшю кисню із закисом азоту і двома рідкими анестетиками та здійснювати вентиляційну підтримку пацієнта в режимах керованою і ручної ШВЛ. Технічні характеристики представлені в таблиці 1.2.

Особливості: сучасна легка і міцна конструкція, розбірний і стерилізується дихальний контур, компактний абсорбер з малим опором потоку, вбудована система контролю газів із запобіжним клапаном, робота по напіввідкритому, напівзакритому і закритому контуру, низький рівень шуму апарату і висока надійність, точність вимірювань і безпека.

Таблиця 1.2. Технічні характеристики:

Характеристики	Параметри
Тривалість безперервної роботи, не менше	7, год
Габаритні розміри	1386x839x628, мм
Загальна місткість поглинач двох камер адсорбера видихається вуглекислоти	1,5, л
Екстрена (не дозована) подача кисню пацієнтові, не менше	45 л/хв
Газоподача	0,28 -0,6 кПа
Діапазони дозованої подачі газів <ul style="list-style-type: none"> <li>- кисню</li> <li>- закису азоту</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 0,1 – 10 л/хв</li> <li>- 0,1-10,0 л/хв</li> </ul>
Робочі діапазони об'ємної концентрації анестетиків: <ul style="list-style-type: none"> <li>- фторотана</li> <li>- ефіру</li> <li>- енфлюран</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 0-4,5 %</li> <li>- 0-15,0 %</li> <li>- 0,1-5,0%</li> </ul>
Живлення	220В, вмонтованого акумулятора 2 год

Наступною розглянемо систему ІН ІН Wato EX-30/20, що зображена на рис 1.15., що ризначена для проведення інгаляційного наркозу по будь-якому дихальному контуру із застосуванням самостійного дихання або ШВЛ за допомогою спеціального блоку або вручну. Технічні характеристики показані в таблиці 1.3.

Двокамерний абсорбер знижує витрату абсорбенту. Апарат ШВЛ з електроприводом не вимагає витрати стисненого кисню. Дихальний контур розбирається для знезараження.





Рис 1.15. Апарат ІН Wato EX-30/20 ШВЛ "Елан-НР" [16]

Монітори контролюють адекватність самостійною або штучної вентиляції легенів і дозволяють оцінити стану систем дихання і кровообігу пацієнта.

Таблиця 1.3. Технічні характеристики ІН ІН Wato EX-30/20 [16]

Характеристики	Параметри
Тривалість безперервної роботи, не менше	7, год
Габаритні розміри	750x1220x700, мм
Діапазон регулювання тиску розгерметизації контуру дихання і стравлювання надлишкового газу запобіжним клапаном	0,1 (10) -6,0 (600), КПа
Діапазони дозованої подачі газів <ul style="list-style-type: none"> <li>- кисню</li> <li>- закису азоту</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 0,2 – 2 л/хв</li> <li>- 1,0-10,0 л/хв</li> </ul>
Робочі діапазони об'ємної концентрації анестетиків: <ul style="list-style-type: none"> <li>- фторотана</li> <li>- ефіру</li> <li>- енфлюран</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 0,1-4,5 %</li> <li>- 0-5,0 %</li> <li>- 0-5,0%</li> </ul>

Монітори контролюють адекватність самостійною або штучної вентиляції легенів і дозволяють оцінити стану систем дихання і кровообігу пацієнта. Звукова та світлова сигналізація, межі якої встановлюються оператором, дозволяє вчасно привернути увагу до зміни стану хворого.

Далі розглянемо наркозна системи Fabius Plus, що представлений на рис.1.16 з вбудованим електроприводним вентилятором, призначений для використання всіх стандартних методів анестезії, включаючи інгаляційну анестезію з низькими потоками.



Рис 1.16. Наркозний апарат Fabius Plus [17]

Пристрій для подачі газів: механічні ротаметри. Межі вимірювань потоку свіжого газу: від 0,00 л/хв до 12 л/хв. Манометр в лінії подачі газів від центральної системи.

Компактна дихальна система з вбудованим абсорбером  $\text{CO}_2$ , мінімізація витоків газу і термозахист-оптимально для низькопоточної анестезії. Система розділення потоків свіжого газу [17]. Технічні характеристики представлені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4. Технічні характеристики системи Fabius Plus [17]

Характеристики	Параметри
Тривалість безперервної роботи, не менше	7, год
Габаритні розміри	765x1320x740, мм
Діапазон регулювання тиску розгерметизації контуру дихання і стравлювання надлишкового газу запобіжним клапаном	0,1 (10) -6,0 (600), КПа
Діапазони дозованої подачі газів - кисню - закису азоту	- 0,2 – 2 л/хв - 0-10,0 л/хв
Живлення	100-240В

### 1.6. Аналіз пошуку засобів інтелектуальної власності

В даному дипломному проєкті зроблено огляд та аналіз як вітчизняних, так і зарубіжних засобів інтелектуальної власності систем для інгаляційного наркозу.

Першим розглянемо систему для інгаляційного наркозу [18] використовується у відділеннях анестезіології та реанімації. На рис.1.17. показана структурна схема пристрою.

Пристрій працює наступним чином. Перед початком роботи (подачі наркозу безпосередньо пацієнту) в залежності від фізичних даних пацієнта (вага, статура та ін) за графіком (номограмою), який розрахований заздалегідь і додається до пристрою (приклеєного на кожусі пристрої), встановлюються за шкалами вентилів 2 і 3 потрібні положення, пропорційні заданим витратам газів. З датчиків перепадів тиску 6 і 7 на перший і другий інформаційні входи мікропроцесора 11 відповідно поступають інформаційні сигнали, пропорційні фактичним витратам медичних газів [18].

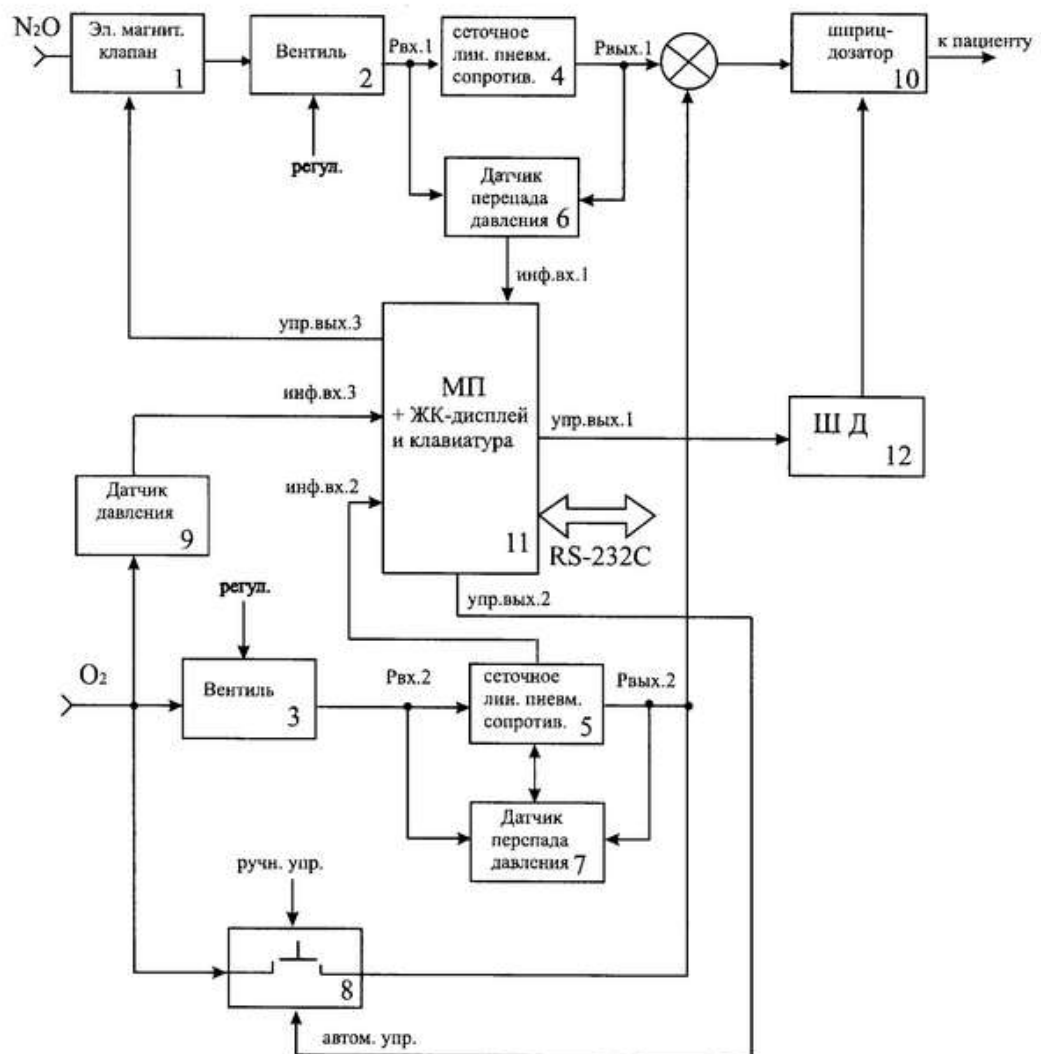


Рис.1.17. Структурна схема пристрою для інгаляційного наркозу [18]: 1 - аварійний електромагнітний клапан, 2 і 3 - перший і другий регульовальні вентиля відповідно, 4 і 5 - перша і друга лінійні пневматичні опору, 6 і 7 - перший і другий датчики перепаду тиску, 8 - кнопка (з пам'яттю) екстреної подачі кисню, 9 - датчик тиску, 10 - шприц-дозатор, 11 - мікропроцесор з ПК-дисплеєм та клавіатурою, 12 - кроковий двигун, RS-232C шина послідовного інтерфейсу, керуючі та інформаційні сигнали

Ці дані відображаються на ПК-дисплеї МП 11 в цифровій формі в реальному масштабі часу і, якщо відрізняються від заданих, то проводиться коригування необхідного значення поворотами ручок вентилів 2 і 3. Після чого пацієнту надівається ротоносова маска і натискається по команді анестезіолога кнопка "Пуск" на панелі МП 11, по якій пристрій починає роботу, тобто по команді МП 11 з керуючого виходу 1 на кроковий двигун 12 (КД), шприц-дозатор 10 подається сигнал, пропорційний виміряній сумарно

витраті кисню і закису азоту та встановленій об'ємній концентрації парів рідкого анестетика, в результаті чого КД 12 обертається з певною кутовою швидкістю, видавлюючи в дихальний контур певну дозу рідкого анестетика, яка в дихальному контурі випаровується 18].. При падінні тиску кисню в лінії високого тиску нижче певної межі (заміряється датчиком тиску 9) включається аварійно-примусова сигналізація і включається по команді МП 11 (кер. вих 2) кнопка 8 екстреної подачі кисню по лінії, встановленої в обхід вентиля 3 і лінійного пневматичної опору 5, кнопка 8 також аварійно може включатися вручну (на кресленні умовно не показана), а при подальшому падінні тиску кисню додатково блокується подача закису азоту (електромагнітний клапан 1 закривається за упр. виходу 3 з МП 11). Лінійні пневматичного опору 4 і 5 являють собою циліндричні трубки зовнішнім діаметром 16 мм з нержавіючої сталі, товщина стінок приблизно 1 мм, довжина трубок 25-35 мм; всередині трубок впритул один до одного і перпендикулярно осі трубок розміщені сітки з каліброваними отворами кроком 0,2 мм, товщина сіток 0,1 мм, виконані з нержавіючої сталі. При подачі газу на один кінець трубки з тиском  $P_{вх1}$  ( $P_{вх2}$ ) на іншому кінці в результаті опору сіток газовому потоку тиск  $P_{вих1}$  ( $P_{вих2}$ ) буде значно меншим. Варіюючи довжину трубок і їх діаметр і відповідно кількість сіток (при довжині трубки 30-40 мм в неї входить приблизно 30 шт.)[18].

Далі було розглянуто спосіб інгаляційної анестезії та обладнання для його проведення [19], структурна схема якого представлена на рис.1.18 та реалізує два приклади використання даного способу.

Перший варіант здійснення інгаляційної анестезії з використанням анестетика на основі ксенону. Перед здійсненням анестезії проводили денитрогенізацію наркозного апарату і легенів пацієнта - витіснення азоту киснем шляхом подачі останнього з джерела стисненого кисню 6 з допомогою двоходового крана 19 (положення крана - відкритий) з подальшим викидом кисню через патрон 2 в атмосферу [19].

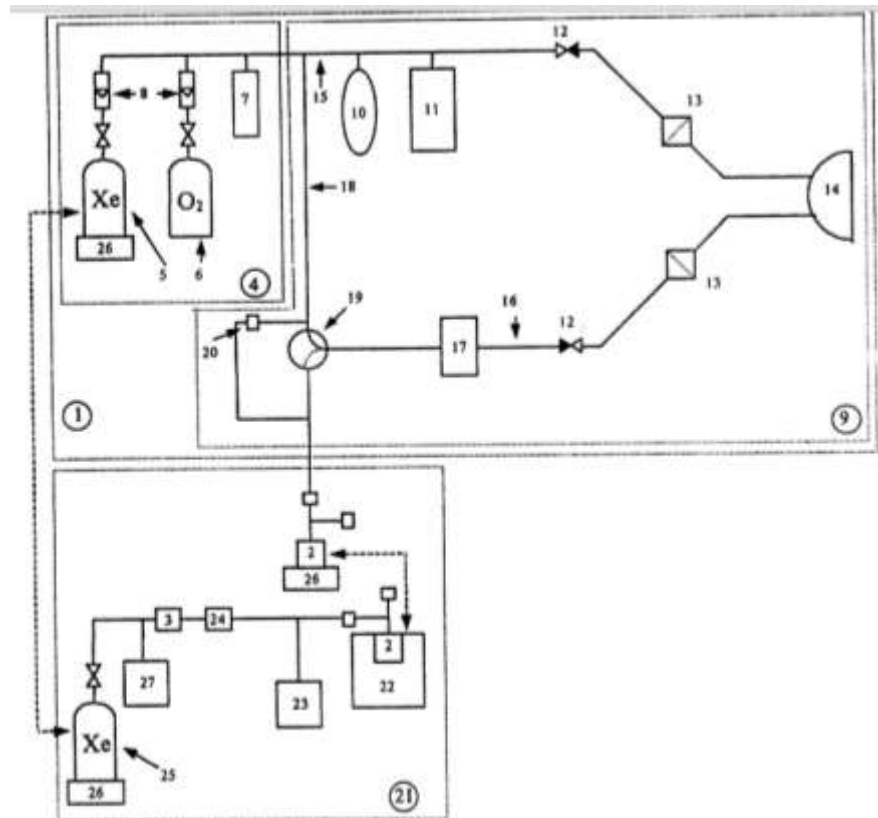


Рис.1.18. Структурна схема способу інгаляційної анестезії [19]:

1 - наркозний апарат, 2 - змінний патрон з адсорбентом, 3 – кріонасос, 4 - блок приготування анестетика, 5 - джерело стисненого ксенону (балон), 6 - джерело стисненого кисню (балон), 7 - випарник рідких фторовмісних сполук, 8 – витратоміри, 9 - блок дихання, 10 - дихальний мішок, 11 - аналізатор складу анестетиків, 12 - клапани вдиху і видиху, 13 - бактерицидні фільтри, 14 - маска або трубка пацієнта, 15 - лінія вдиху, 16 - лінія видиху, 17 - поглинач  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$ , 18 - лінія повернення видихуваної суміші, 19 - двоходовий кран, 20 - запобіжний клапан, 21 - комплекс регенерації, 22 – десорбер, 23 – вакуумний насос, 24 - апарат з геттерним наповнювачем, 25 - балон з ксеноном регенованим, 26 - електронні ваги, 27 – хроматограф.

Для приготування анестетика на основі ксенону встановлювали потоки кисню (300 мл/хв) і ксенону (1,16 л/хв) з джерел стислих газів 5 і 6, які змішувалися на лінії вдиху наркозного апарату 1 (положення крана 19 - відкритий).

Після промивання блоку дихання 9 отриманою сумішшю витрати ксенону знижували до 600 мл/хв і проводили хірургічну операцію із застосуванням анестезії частково-реверсивного типу (положення крана 19 - закритий). При цьому суміш, що циркулює в блоці дихання 9, обеззаражувалась на фазах вдиху і видиху за допомогою бактерицидних

фільтрів 13, очищалася від  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$  в поглиначі 17, а її надлишки викидалися через запобіжний клапан 20 в змінний патрон 2, в якому відбувалася адсорбція ксенону на активованому вугіллі (початок регенерації ксенону). Наявність мікродомішок в регенованому ксеноні визначали за допомогою хроматографа 27 [19].

В умовах іншого варіанту, здійснювали інгаляційну анестезію із застосуванням малопоточного наркозного апарату з використанням анестетика на основі ксенону з добавкою фторовмістких сполук (фторетан з концентрацією в блоці дихання 2,00,5 об.%). Причому відділення фторовмістких сполук від ксенону проводили в апараті 24.

Далі розглянемо систему інгаляційного наркозу [20], принципова схема якої представлена на рис.1.19, та використовується у медицині катастроф, службі швидкої та невідкладної медичної допомоги для проведення анестезії. Дана система при підключених штуцерах 1 і 2 до джерел анестетика і дихального газу, вмикається в режим проведення інгаляційного наркозу за допомогою перемикача режимів роботи 9. При цьому стабілізатором 6 по шкалі необхідно встановити необхідний потік наркотичної суміші, а вміст закису азоту в наркотичній суміші задається на генераторі пневматичних імпульсів 5 у вигляді співвідношення тривалостей його періодів, при цьому сигналу "1" на виході генератора 5 відповідає час подачі закису азоту, а сигналу "0"- час подачі кисню, який здійснюється шляхом перемикачів на вихід пневмореле 10 потоку закису азоту, що формується на виході повторювача 7, і потоку кисню від стабілізатора 6. Потік наркозної суміші від пневмореле 10 через переривник потоку 4, дихальний шланг 11 і приєднувальний пристрій 12, 13 надходить до пацієнта [20].

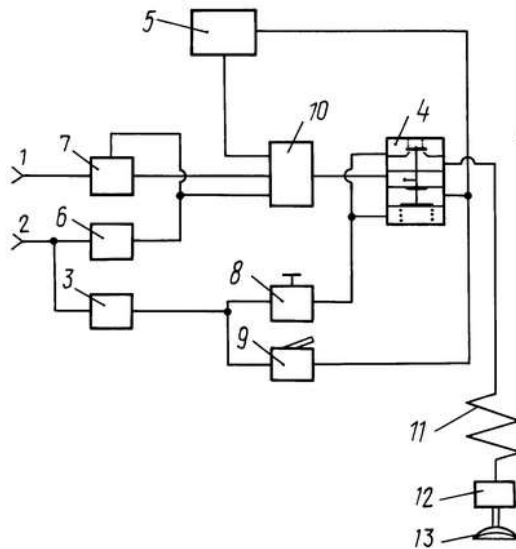


Рис.1.19. Принципова схема апарату інгаляційного наркозу [20]: 1, 2 – штуцери, підключені до джерел анестетика та дихального газу, відповідно, 3 – стабілізатор тиску дихального газу, 4 – переривник потоку, 5 – генератор пневматичних імпульсів, 6 – стабілізатор, 7 – повторювач, 8 – переривник потоку кисню, 9 – перемикач режиму роботи, 10 – пневмореле, 11 – дихальний шланг, 12, 13 – приєднувальний пристрій.

При необхідності екстреного подання пацієнту чистого кисню остання здійснюється шляхом включення переривника потоку кисню 8, вихідний сигнал якого виробляє перемикання переривника потоку 4 і до пацієнта поступає потік кисню від переривника потоку кисню 8.

Наступний апарат інгаляційного наркозу [21] забезпечує адекватне проведення інгаляційної анестезії і ШВЛ широкого контингенту хворих практично в будь-яких умовах: в стаціонарі, невідкладних ситуаціях і амбулаторії, включаючи педіатрію, стоматологію і ветеринарію. Система ІН працює наступним чином (рис.1.20).





за допомогою калькулятора 15 верхню межу концентрації, яка вдихається, за співвідношенням  $C_I \approx C_S / [(pC_S/p_A) + (1-C_S)(F_G/MV)]$  [21].

При використанні системи ШВЛ спрощеного типу його вихідний коннектор з одним шлангом вдиху вставляють в отвір 12. Під час фази вдиху газ (атмосферне повітря) від апарату ШВЛ надходить у порожнину 11 і витісняє дихальну суміш з мішка 5 через адсорбер 4 і випарник 1 пацієнта. У фазі видиху дихальна суміш повертається в дихальний мішок 5, а газ з порожнини 11 виходить в атмосферу.

Пневмосхема ксенонового апарату для системи інгаляційного наркозу представлена на рис.1.21, яка працює наступним чином. Як зазвичай, проходить самодіагностика, якщо все в порядку, то кнопками керування включаємо режим КИСЕНЬ-КСЕНОН, які через легеневі автомати 1 і 2 відповідно надходять на входи змішувача 3, встановлюємо концентрацію кисню 100% - тобто починаємо денитризацію дихального контуру. Керує змішувачем перший (штатний) датчик кисню 10 самого змішувача. Скидання відпрацьованої суміші відбувається в збірники ксенону 16 і 17. Оскільки ксенону в суміші немає, то збірники нічого не вловлюють і суміш скидається у зовнішнє середовище [22].

Апарат працює наступним чином. Як зазвичай, проходить самодіагностика, якщо все в порядку, то кнопками керування включаємо режим КИСЕНЬ-КСЕНОН, які через легеневі автомати 1 і 2 відповідно надходять на входи змішувача 3, встановлюємо концентрацію кисню 100% - тобто починаємо денитризацію дихального контуру. Керує змішувачем перший (штатний) датчик кисню 10 самого змішувача. Скидання відпрацьованої суміші відбувається в збірники ксенону 16 і 17. Оскільки ксенону в суміші немає, то збірники нічого не вловлюють і суміш скидається у зовнішнє середовище [22].

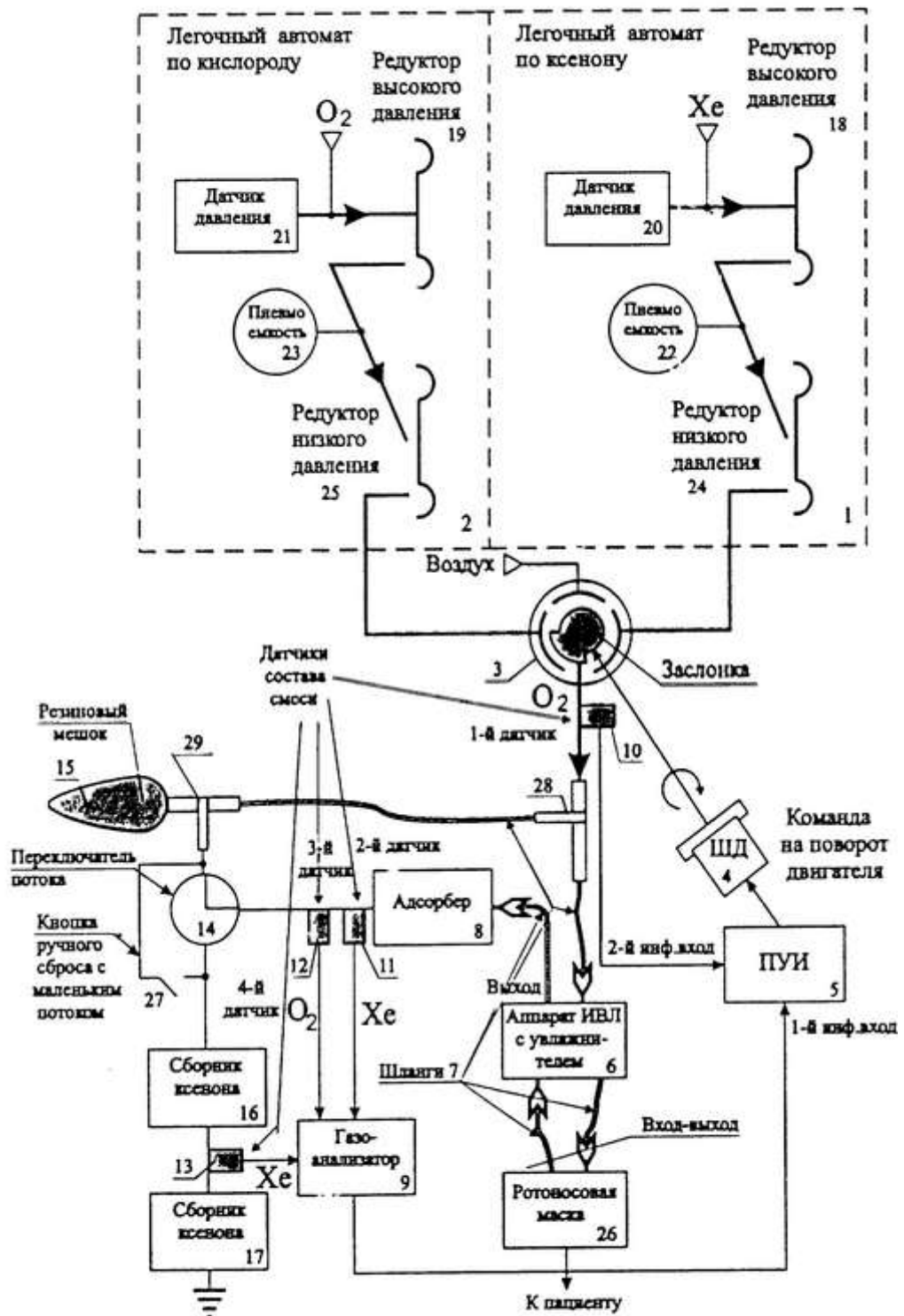


Рис.1.18. Пневмосхема аппарата інгаляційного наркозу мінімального потоку [22]

Якщо концентрація кисню суміші за адсорбером 8 досягне 90-95%, змінюємо (вручну) на пульті керування 5, керуючи змішувачем 3, концентрацію кисню на значення 25-35% (решта 65-75% у суміші повинен буде зайняти ксенон). Ксенон з'явився на виході з апарату ШВЛ 6 (за

адсорберо). Ще через пару циклів його концентрація там майже досягне заданої величини (щось поглинув пацієнт) і весь дихальний контур буде заповнений цією сумішшю. Після чого вручну на пульті 5 переводимо перемикач потоків в положення ЗАМКНУТИЙ КОНТУР [22], тобто відключаємо збірники та підключаємо гумовий мішок 15.

Гумовий мішок 15 спочатку абсолютно порожній, оскільки в кожному циклі вдиху перед змішувачем (і мішком) створювалося невелике розрідження, яке викачував з мішка залишки повітря. Як тільки ми підключили мішок 15, перший же об'єм видиху надійде вже в нього (більше діватися йому нікуди). Цей обсяг може дорівнювати обсягу видиху, а може бути і значно менше від нього, якщо ми гумовий мішок в середині циклу видиху, коли частина видихнутого газу вже пішла в збірник ксенону. З цього моменту управління змішувачем 3 (кроковим двигуном 4) передається сигнали не зі штатного датчика кисню 10, а з датчика ксенону 11 в навісному газоаналізаторі 9 [22].

Вихід із наркозу виконується за допомогою перемикача на пульті керування 5 у положенні ВІДКРИТИЙ КОНТУР.

### **1.7. Вибір і обґрунтування вхідних параметрів системи для інгаляційного наркозу**

В даніому дипломному проєкті було розроблено загальний вигляд системи для інгаляційного наркозу, що представлений на рис.1.19 та у Додатку А ДП ПБ-з.51.1702.002 СК.

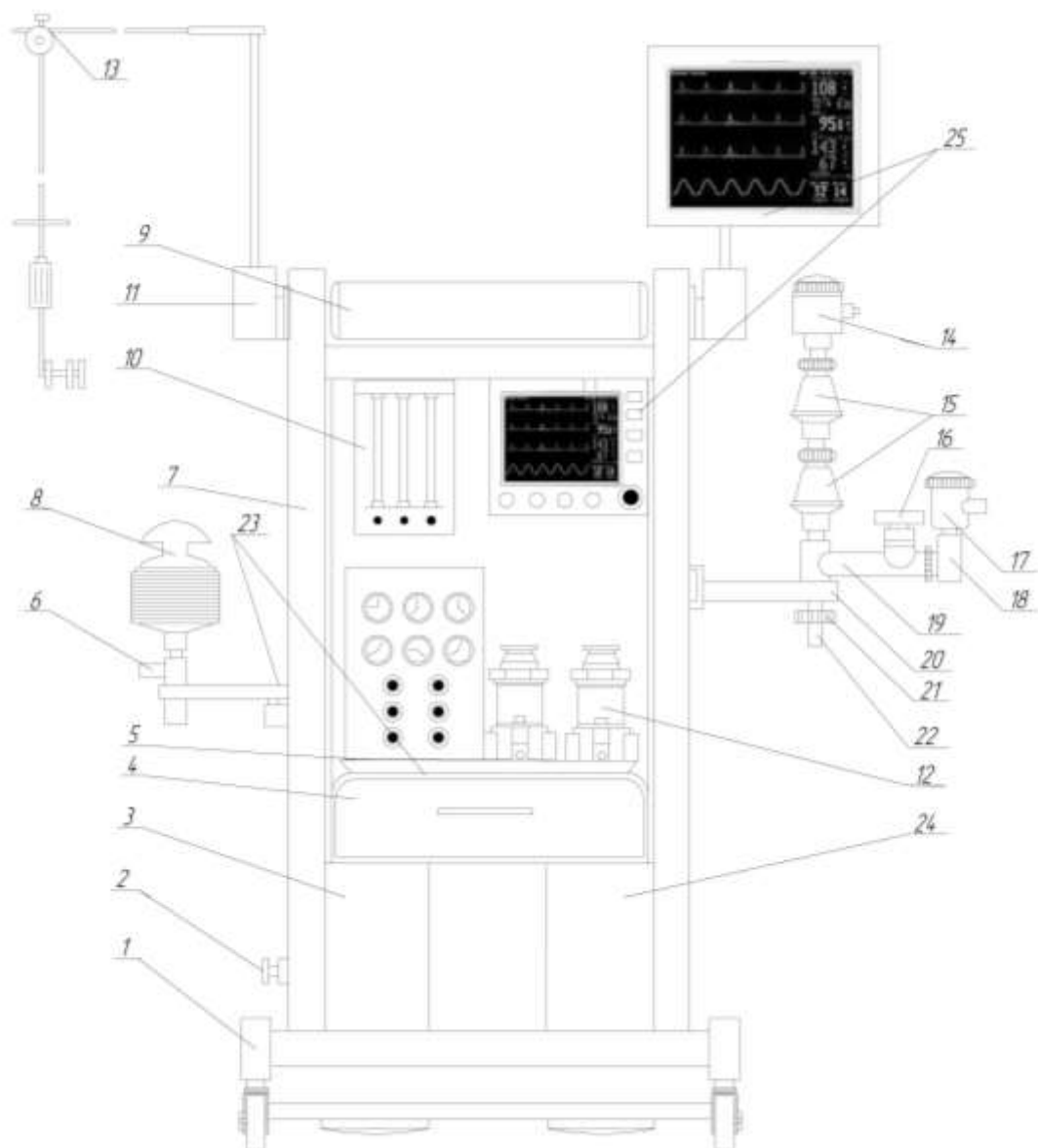


Рис.1.19. Зовнішній вигляд приладу: 1-основа; 2- клемма заземлення; 3- балон для кисню, 4- ящик для приладдя, 5 – піддон, 6 –кран міху, 7- стійка, 8-міх, 9-дозуючий блок, 10 – дозиметр, 11-кронштейн, 12 – випарник анестетиків, 13 – штанга для підтримки шлангів і трійника пацієнта, 14-кран повітря, 15 –адсорбер, 16 –кран разгерметизації, 17 –кран вдоха, 18-трійник повітряходу, 19-повітряхід, 20 –кранштейн, 21 шланг для підводу газонаркотичної суміші, 22 – гайка для кріплення шлангу, 23 – повітряний кранштейн міху, 24 – баллон для закису азоту, 25 – монітори для відслідковування фізіологічних параметрів пацієнта.

Система для інгаляційного наркозу призначена для проведення ІН на будь-якому дихальному контурі та при будь-яких операціях в хірургічних відділеннях малої і середньої потужності. Основною вимогою є температура

навколишнього середовища 10-35°C, атмосферний тиск 100(+/-4) кПа (750+30) мм рт.ст. Технічні характеристики представлені в таблиці 1.6.

Основні блоки системи ІН складені так, що живлення апарату киснем і закисом азоту виконуються від лінії центральної подачі або від балонів, встановлених на апараті. Система забезпечена прозорим армованим шлангом високого тиску, що має невзаємозамінючі різьбові з'єднання для кисню і закису азоту.

Система для інгаляційного наркозу виконана на пересувній підставці 1 з двома стійками 7 між якими у верхній частині розміщено стіл, на якому закріплено дозуючий блок 9, що містить дозиметр 10, який необхідний для точного підбору анестезуючої речовини.

Дозуючий блок кріпиться чотирма гвинтами, закріпленими в панелі. Випарник 12 необхідний для формування газової суміші і подачі анестезуючої речовини в дихальний контур. Дана система містить два випарника для різних типів газів. Складається з двох послідовно включених ротаметрів кисню – до 2 л/хв і до 10 л/хв., а також ротаметра закису азоту – до 10 л/хв. Для забезпечення чутливості і безпеки при несправності в системі газозабезпечення в дозиметрі є блокуючий пристрій для зупинки подачі закису азоту при зупинці подачі кисню в апарат [23].

На передній панелі дозиметра розміщені ручки вентилів для регулювання подачі кисню і закису азоту, а також кнопка екстреної подачі кисню.

В нижній частині стійок є висувний ящик 4 для приладдя апарату. На ящику закріплено піддон 5, на якому виконується заливка випарника анестетиком. На правій стійці на поворотному кронштейні 23 закріплено міха 8 для виконання ШВЛ в пучному режимі. Кронштейн міха має засувку і рычаг, що фіксує його у робочому положенні. На кронштейні 20 розміщено повітряхід 19 де встановлено адсорбери 15, рециркуляційні клапани вдиху 14 і видиху 17, клапан розгерметизації 16.

Штанга 13 підтримує дихальні трубки і трійник пацієнта. На задній стінці апарату встановлено два десятилітрових балона. Один балон з киснем 3, інший з закису азоту 24.

Дана система має монітори 25 для постійного спостереження за фізіологічними показниками пацієнта. Клема 2 слугує підключення проводу заземлення апарату.

Таблиця 1.6. Технічні характеристики системи інгаляційного наркозу

Характеристики	Параметри
Подача в апарат стиснутих газів в діапазоні	400+/-50 кПа
Обємна концентрація парів рідких анестетиків на виході випарника, не більше	0,1%
Діапазони дозованої подачі газів - кисню - закису азоту	- 0,2-2,0; 1,0-10,0 л/хв. - 1,0-10,0 л/хв
Втрата кисню і закису азоту через ротаметри при тиску на вході 0,4МПа не менше (максимальна)	45 л/хв
Адсорбер блока інгаляційного наркозу має дві камери не менше	1,0 л
Маса не більше	65 кг
Габаритні розміри	580x700x1600 мм

Дихальний контур слугує для направленої подачі дихальної суміші пацієнту. Основними його елементами є повітрявід 19, трійник повітря вода 18, адсорбер 15, клапан розгерметизації 16, клапан вдиху 14 і видиху 17.

Адсорбер 15 слугує для поглинання вуглекислого газу, що міститься у видихаємому газі.

Система ІН працює при тиску стиснених газів в діапазоні (2-4) кгс/см<sup>2</sup>. Витрата кисню при екстреної подачі - 45-75 л/хв. Випарник забезпечує дозування парів фторотан (галотан) в діапазоні концентрацій від 0 до 4%. Блокувальний пристрій, що працює по тиску, при падінні тиску кисню зменшує також тиск закису азоту і при тиску кисню 0,6 кгс/см<sup>2</sup> повністю перекриває канал закису азоту. Антигіпоксичний пристрій автоматично перекриває канал закису азоту при зниженні концентрації кисню в

дихальному контурі нижче, ніж у навколишньому повітрі. Мається світлова сигналізація станів пристрою.

### 1.8. Розробка пневматичної схеми роботи системи

Принципова пневматична схема системи для ІН представлена на рис.1.20 (додаток А ДП ПБ-351.1702.003 Сх)

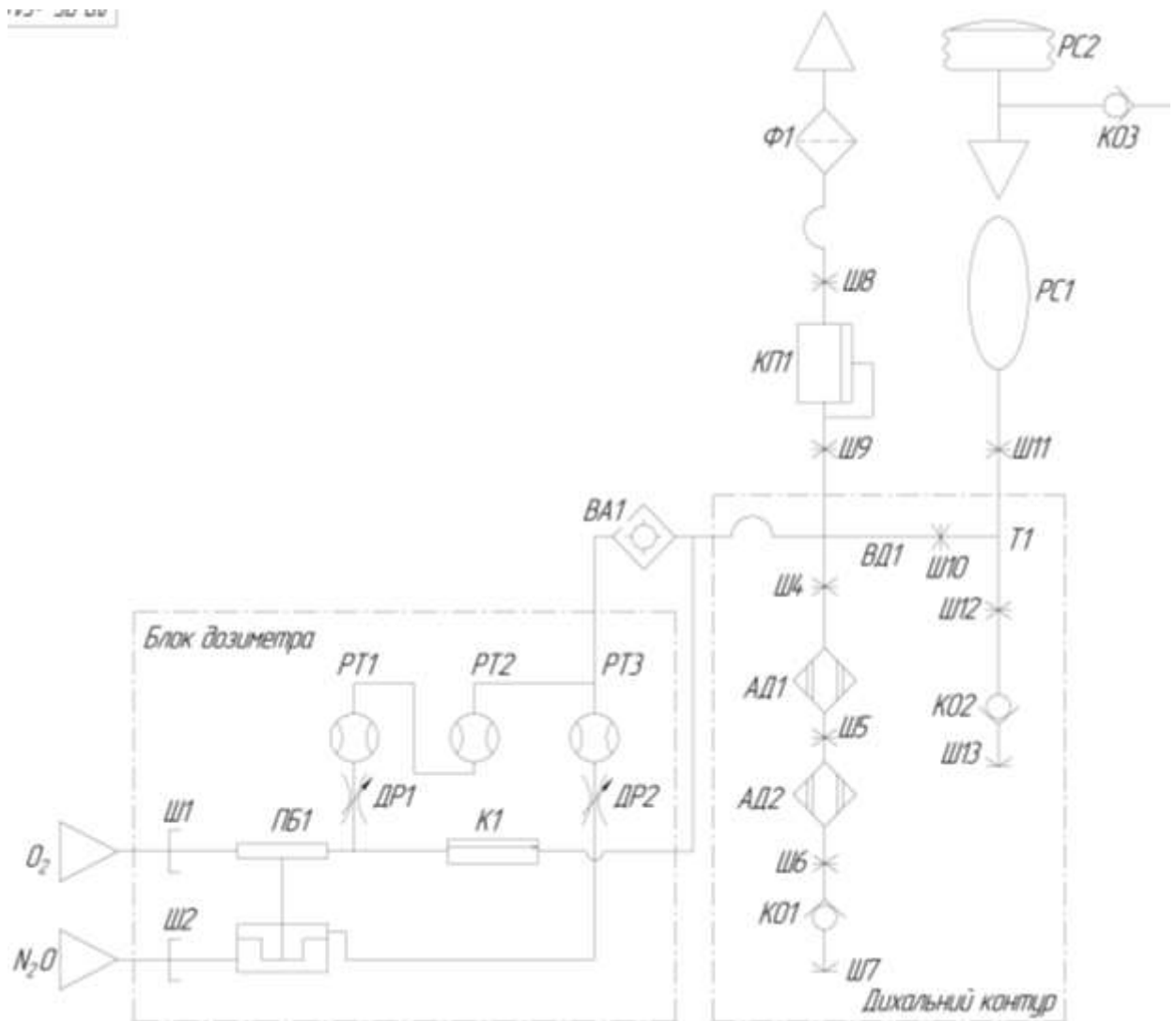


Рис.1.20 Принципова пневматична схема системи для ІН

Суміш газів, що видихаються пацієнтом формуються в дозиметрі боці дозиметра і насичується парами рідких анестетиків в випарнику ВА1.

Гази що поступають в дозиметр (кисень і закис азоту) проходять через пристрій блокування ПБ1, який виключає потрапляння закису азоту в дихальний контур при відсутності кисню.



Блокуючий пристрій БП1 представляє собою клапанну коробку, що містить дві мембрани, одна з яких з'єднана з газопроводом кисню, а друга з газопроводом закису азоту.

Простір між мембранами з'єднаний з атмосферою так, що у випадку аварійного розриву будь-якої мембрани закису азоту не поступала в кисневий канал дозиметра. З мембранами зв'язав шток, на якому закріплен клапан закису азоту. У випадку відсутності подачі кисню в апарат і зниження тиску в кисневій камері мембрани прогинаються від тиску закису азоту. Сигналом спрацьовування блокування для подачі закису азоту є падіння поплавка в ротаметрі закису азоту від встановленого рівня [22].

Витрата газів контролюються ротаметрів РТ1, РТ2, РТ3 і регулюється вентиллями ДР1 і ДР2. При натиску кнопки екстреної подачі К1 кисню з дозиметра поступає в дихальний контур, минаючи випарник.

Сформований в дозиметрах газ-носій потрапляє в випарник рідких анестетиків ВА1, проходячи через який насичується парами анестетиків до заданої концентрації.

Дихальний контур ДК1 включає в себе набір функціональних блоків і збирає в залежності від необхідного метода проведення інгаляційного наркозу в кожному конкретному випадку.

### **1.9. Розробка структурно – функціональної схеми роботи системи**

В дипломному проекті було розроблено структурно-функціональну схему роботи дихальних контурів системи інгаляційного наркозу, що представлена на рис.1.21 та в Додатку А ДП ПБ-351.1702.004 Сх. Дихальний контур (ДК) включає в себе набір функціональних блоків і збирається від необхідного метода проведення інгаляційного наркозу (частково-реверсний та не реверсний контури) у кожному конкретному випадку.

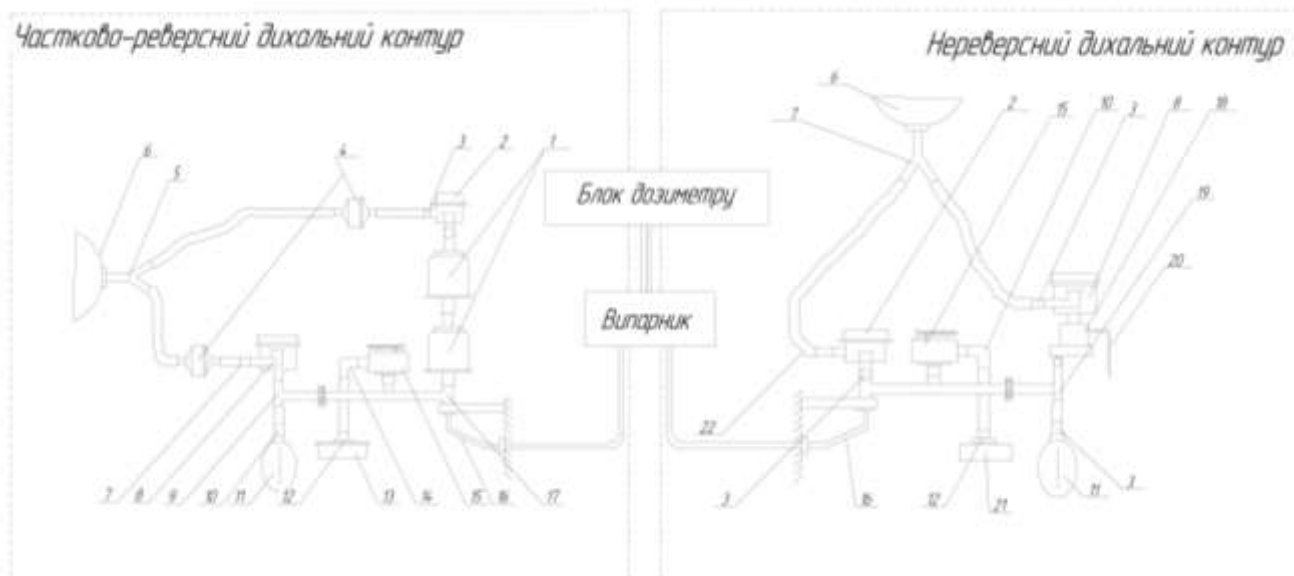


Рис.1.21. Дихальні контури: 1 - камера адсорбера; 2 - клапан вдиху; 3 - втулка; 4 - фільтр ФБ; 5 - трійник пацієнта; 6 – маска; 7- трійник пацієнта; 8 - клапан видиху; 9 - трійник повітря ходу; 10 - Кутник; 11 - дихальний міх; 12 - різьбова втулка; 13 - фільтр ФНВ-01; 14 - Кутник; 15 - запобіжний клапан; 16 - шланг с гайками; 17 - Повітря хід; 18 - нереверсний клапан; 19 - трійник повітря ходу; 20 - шланг виводу газу з операційної; 21 - фільтр ФНВ-01; 22 - шланг з гайками.

Нереверсний дихальний контур складається з дозиметра та випарника, що за допомогою шлангу с гайками підходить до повітряходу. Нереверсний клапан 18 поділяє вдихуваний і видихуваний потік газової суміші в умовах відкритого і напіввідкритого контурів дихання, яке може бути як спонтанним, так і штучним.

Дихальний контур, зібраний для наркозу по частково-реверсному контурі має 2 камери адсорбера 1, що слугують для поглинання вуглецевої кислоти. Далі клапан вдиху 2 забезпечує направлення потоку газової суміші до пацієнта. Запобіжні клапани 15 призначений для скиду в атмосферу газової суміші, коли тиск її в системі виходить за рамки допуску роботи апарату.

### 1.10. Розрахунок дихального міха

Блок автоматичної вентиляції, що показано на рис.1.22 працює наступним чином. Пацієнтом видихається газ прямо до сильфону вентилятора. Коли вентиляційні цикли завершуються газ скидається крізь

вбираючи гранули і пацієнт відновлює дихання очищеним газом (свіжою газовою сумішю).

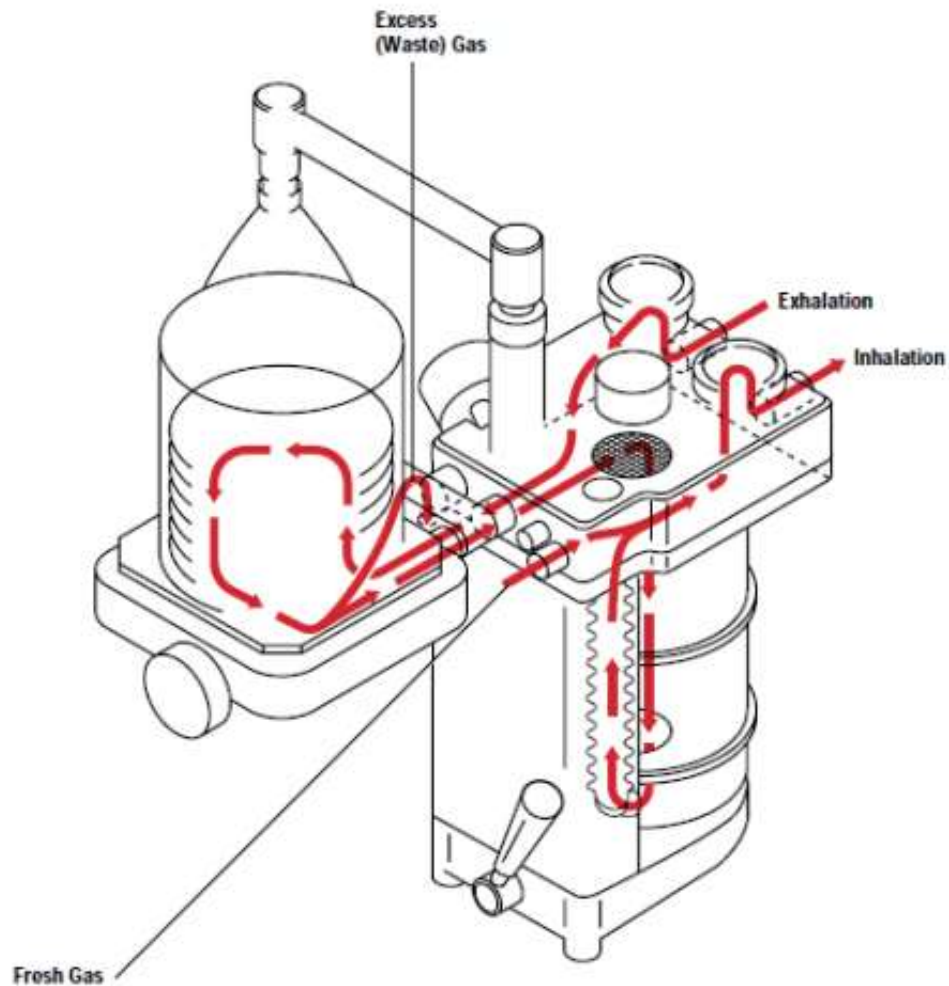


Рис.1.22 Принцип роботи блоку автоматичної вентиляції [23]

Сильфони являють собою тонкостінні трубки з гофрованої бічною поверхнею (рис.1.23) [24], які мають велику чутливість по тиску і велику тягову зусилля.

Для розрахунку параметрів гумового сильфона необхідного для системи інгаляційно наркозу приймемо обсяг міха за  $1 \text{ літр} = 10^6 \text{ мм}^3$ , висоту міха  $L = 100 \text{ мм}$ .

Ефективна площа міха буде розраховуватися за формулою

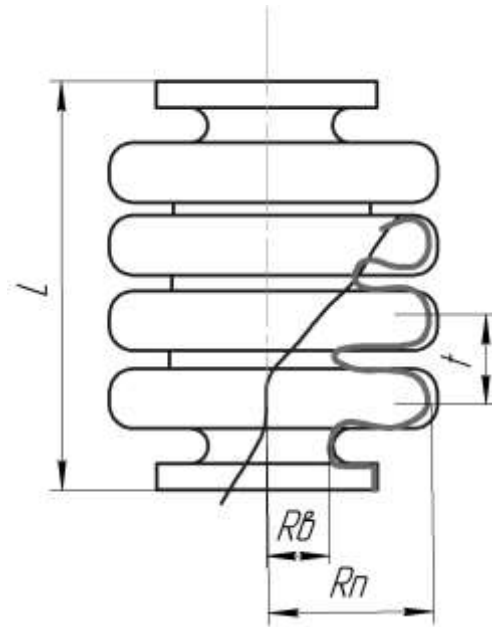


Рис.1.23. Дихальні міха

$$S = \frac{V}{L} = \frac{10^6}{100} = 10^4 \text{ мм}^2 \quad (1.1)$$

$$\text{Середній радіус міха } R_{cp} = \sqrt{\frac{S_{эф}}{2\pi}} = \sqrt{\frac{10^4}{2 * 3,14}} = 39,9 \approx 40 \text{ мм.}$$

Знаючи те, що  $R_{cp} = \frac{R_n + R_v}{2} = 40$ , то

$$R_n + R_v = 2R_{cp}. \quad (1.2)$$

$$R_v = 30 \text{ мм}, R_n = 50 \text{ мм.}$$

Кут нахилу стінки гофри до горизонталі:

$$\alpha = \frac{4r_n - 1}{2(R_n - R_v - 2r_n)}, \quad (1.3)$$

де  $\alpha$  - кут нахилу стінок гофр міха до горизонталі,  $t$  - крок хвилі гофрування,  $r_n$  - радіус закруглення гофра.

$$\alpha = \frac{4 * 3 - 1}{2(50 - 30 - 2 * 3)} = \frac{11}{28} = 0.3929^\circ.$$

Жорсткість міха  $K_Q$  [24]:

$$K_Q = \bar{K}_Q \frac{\pi E h_0^3}{R_n^2 n}, \quad (1.4)$$

де  $E$  - модуль пружності ( $E = 8 \cdot 10 \text{ Па}$  для гуми),  $h_0$  - товщина стінки міха,  $n$  - число робочих гофрів,  $\bar{K}_Q$  - безрозмірна жорсткість, визначається за штриховим лініях, що характеризує відносну жорсткість:

$$m = \frac{r_n}{R_g}, \quad k = \frac{R_n}{R_g}, \quad \delta = \frac{h_0}{R_g} \quad (1.5)$$

Нехай  $r_n = 3 \text{ мм}$ ,  $t = 15 \text{ мм}$ ,  $h_0 = 1 \text{ мм}$ ,  $n = 7$ . Тоді:

$$k = \frac{50}{30} \approx 1,67$$

$$k = [1,5 \dots 1,7]; \quad m = \frac{3}{30} = 0,1; \quad \delta = \frac{1}{30} = 0,03$$

$$K_Q = 6,05 \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 10^6 \cdot 0,001^3}{0,05^2 \cdot 7} = 8,6843 \text{ Н/м}$$

До числа основних робочих властивостей сільфона відносяться циклічна міцність, під якою мається на увазі число циклів, витримується сільфоном до руйнування, при змінних навантаженнях.

Традиційна оцінка циклічної міцності, прийнята при розрахунку деталей машин, заснована на зіставленні напруг циклу в небезпечній точці деталі з межею витривалості матеріалу, який визначають при випробуванні стандартних зразків. Проте вивчення втомних характеристик матеріалів, застосовуваних для виготовлення сільфонів на зразках практично неможливо через труднощі точного відтворення у зразку механічного стану матеріалу сільфона [24].

Жорсткість і ефективну площу сільфона профілю I, що складається з 30 мембран, якщо  $R_H = 15 \text{ мм}$ ;  $R_B = 9 \text{ мм}$ ,  $h = 0,4 \text{ мм}$  і  $H = 1 \text{ мм}$ . Сільфон виготовлений із сталі 40X13, модуль пружності  $E = 2,3 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ . Обчислити найбільшу еквівалентне напруження при роботі сільфона за схемою силової компенсації, якщо тиск  $p = 1 \text{ МПа}$ .

Визначимо параметри сільфона [24]:

$$k = \frac{R_H}{R_B}; \quad (1.6)$$

$$k = \frac{15}{9} = 1.66, \quad \frac{H}{h} = \frac{1}{0.4} = 2.5,$$

і безрозмірне тиск

$$\bar{p} = \frac{p R_H^4}{E h^4} \quad (1.7)$$

$$\bar{p} = \frac{1 \cdot 15^4}{2.3 \cdot 10^5 \cdot 0.4^4} = 8.6$$

При  $k = 1.66$  і  $\bar{p}_5 \approx 170$ . Тиск  $\bar{p}_5$

Відносну жорсткість  $\bar{K}_Q = 32$  і відносна ефективна площа  $f_0 = 0.64$ .  
Жорсткість сільфона

$$K_Q = \frac{\bar{K}_Q \pi E h^3}{R_H^2 n} \quad (1.8)$$

$$K_Q = \frac{32 \cdot 3.14 \cdot 23 \cdot 10^4 \cdot 0.4^3}{15^2 \cdot 30} = 219 \text{ Н/мм.}$$

Величина ефективної площі

$$F_{\text{эф}} = f_0 \pi R_H^2$$

$$(1.9)$$

$$F_{\text{эф}} = 0.64 \cdot 3.14 \cdot 225 = 452 \text{ мм}^2.$$

Визнач тепер найбільші еквівалентні напруження при навантаженні сільфона тиском  $p = 1 \text{ МПа}$  в умовах силової компенсації.

Для  $k = 1.66$  и  $\frac{H}{h} = 2.5$  находим по номограммам [22]:

при  $r = R_B$   $(\bar{\sigma}_{1H})_p = 0.090$ ;  $(\bar{\sigma}_{20})_p = 0.004$ ;

при  $r = R_H$   $(\bar{\sigma}_{1H})_p = 0.068$ ;  $(\bar{\sigma}_{20})_p = 0.001$ .

Точки розташовані на зовнішньому контурі, менш небезпечні.  
Розрахуємо напруги для точок:

$$(\sigma_{1H})_p = (\bar{\sigma}_{1H})_p p \frac{R_H^2}{h^2} \quad (1.10)$$

$$(\sigma_{1H})_p = 0.09 \cdot 1 \left( \frac{15}{0.4} \right) = 126.5 \text{ МПа};$$

$$(\sigma_{20})_p = (\bar{\sigma}_{20})_p p \frac{R_H^2}{h^2} \quad (1.11)$$

$$(\sigma_{20})_p = 5.63 \text{ МПа};$$

Окружне згинальної напруга:

$$\sigma_{2H} = \mu \sigma_{1H} = 0.3 \cdot 126.5 = 38 \text{ МПа}.$$

Проведений розрахунок параметрів гумового сильфона повністю задовільняють поставленим вимогам для використання в системі ынгаляційного наркозу.

## 1.11. Розробка вузла випарника анестетиків

### 1.12.1 Принцип роботи випарника анестетиків

Випарник анестетиків, що показаний на рис.1.24 призначений для формування сумішей парів рідких анестетиків з газом носієм.

Газ-носії поступає на вхід випарника і ділиться на дві частини: перша частина потоку поступає через додаткові газові канали в камеру змішування, а другий потік через додаткові пази — в головний газовий канал, а потім в простір, що створено фітілями і газорозподільною спіраллю.

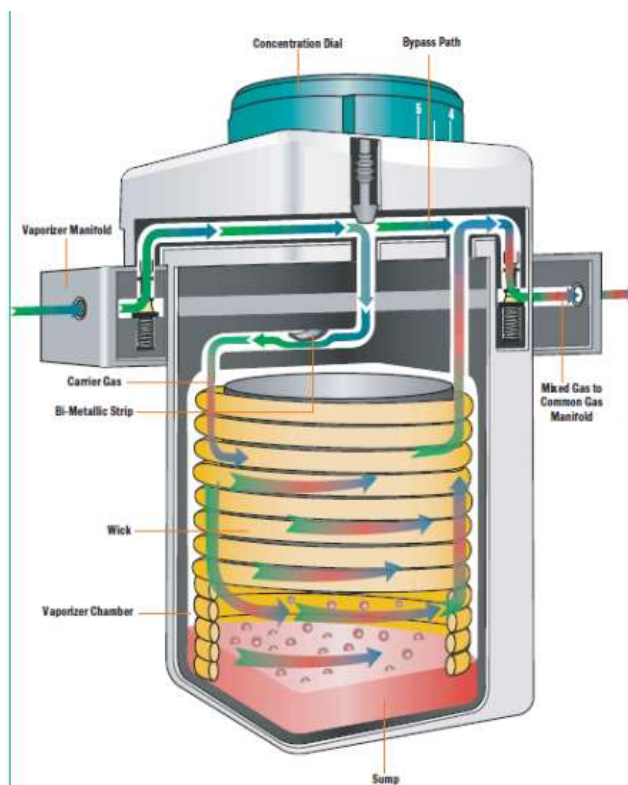


Рис.1.24 Загальний принцип роботи випарника [23]

Газ проходить між витками газорозподільної спіралі вздовж вологих фітілей і насичується парами анестетика, далі потрапляє в камеру де змішуються обидва потоку так, що відношення (концентрація) парів анестетика в газопаровій суміші звідки газопаровий потік рухається у вихідний патрубок.

### 1.11.2. Розробка випарника анестетиків

У даному проекті було розроблено випарник рідких анестетиків для системи інгаляційного наркозу та запропоновано модернізацію крану на основі [25] для дозування парів, що зображений на кресленні ДП ПБ-351.1702.05СК. Дана модернізація виконана з ціллю підвищення безпеки пацієнта і надійності пристрою в експлуатації шляхом виключення попадання парів анестетиків в вихідний патрубок при закритому положенні крану.

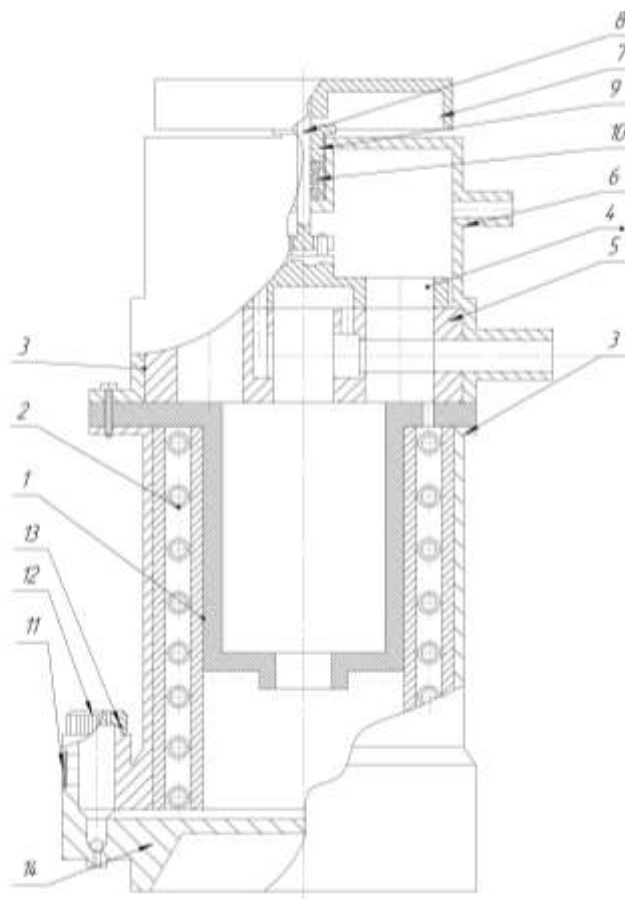


Рис.1.24. Випарник анестетиків: 1-стакан, 2-газорозподільча спіраль, 3-фітіль, 4-рухомий диск, 5-нерухомий диск, 6- корпус крану, 7- ручка зі шкалою, 8 – вісь, 9 – втулка, 10 і 13-пружини, 11 – захисне скло, 14 – корпус, 15 – гвинти.



Кран регулювання концентрації анестетиків має корпус 6 з вихідними і вхідними патрубками, нерухомий диск 5 і розміщений на ньому рухомий диск 4. В нерухомому диску розміщено камера змішування, головний газовий канал, газопаровий і комутаційний канали.

Рухомий диск має додатковий паз 12 (з перемикачами) для відкриття основного газового каналу 11 і виймку 16 для сполучення газопарового каналу 15 з камерою змішування. Газовий канал 11 має заторний елемент. На рухомому диску встановлена вісь з закріпленою на неї рукояткою 6, яка має шкалу концентрації анестетика [25].

Газ-носіє поступає на вхід випарника і ділиться на дві частини: перша частина потоку поступає через додаткові газові канали в камеру змішування, а другий потік через додаткові пази в головний газовий канал, а потім в простір, що створено фітілями 3 і газорозподільною спіраллю 2. Фітілі опущені нижніми частинами в рідкий анестетик, який заливається в камеру випарника А1 через заливний пристрій 12, і за рахунок капілярного ефекта фітілі знаходяться постійно у вологому стані.

Далі газопаровий потік рухається у вихідний патрубок. При необхідності встановити кран в закриті положення рукояткою 7 диск повертають в положення, відповідне співпаданню відмітки шкали «закрито» і відмітки на корпусі. При цьому основний газовий канал і комутаційний канал являються закритими. Вказане перекриття каналів забезпечує надійне виключення попадання парів анестетиків в вихідний патрубок при закритому положенні крана, що обумовлює безпеку пацієнта [25].

## **II. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ**

## **2.1.Розробка складально вузла системи для інгаляційного наркозу**

### **2.1.1. Аналіз технологічності блоку випарника анестетиків**

Технологічністю конструкції називається така властивість окремих деталей, складальних одиниць и приладів в цілому, при якій для даних умов, даних програмі випуску та даних технічних вимогах до приладу забезпечується найбільш швидке та економічне освоєння його виробництва, а також найбільш раціональне його виготовлення. Технологічність конструкції приладу та його деталей треба розглядати як функцію програми випуску й серійності та треба розуміти як комплексне рішення задачі, що враховує вимоги технологічних процесів всіх стадій виробництва [26].

Для технологічності конструкції необхідно забезпечити найменшу трудомісткість і найбільш короткий виробничий цикл; найбільшу уніфікацію й нормалізацію складальних одиниць і деталей; широку можливість використання найбільш простих і раціональних операцій, а також можливість автоматизації складання при найменшій кількості матеріалів і обладнання. Треба, щоб для складальних одиниць забезпечувалась простота складання всіх деталей і складальних одиниць без пригонки та доробки, без селективної підгонки, що забезпечується економічно придатними допусками в розмірних, кінематичних й електричних ланцюгах; можливість паралельного складання, що скорочує виробничий цикл; можливість найбільшої диференціації складання [26]. Для всіх виробів при відпрацюванні конструкції приладу на технологічність стоять такі задачі: зниження трудомісткості виготовлення; використання стандартних складових частин; використання уніфікованих складових частин; використання уніфікованих елементів конструкцій деталей; можливість використання типових технологічних процесів.

Методика визначення конструкції виробу на технологічність та оцінки рівня технологічності виробу встановлена ГОСТ 14.201-73. Всі показники технологічності класифікуються за такими ознаками: об'єкт та область використання; кількість ознак технологічності; області аналізу; спосіб вираження; значимість; система оцінювання. Вибір складу показників

технологічності конструкцій здійснюється відносно до конкретного виробу згідно ГОСТ 14.202-73 [26].

### 2.1.2. Розробка складально креслення випарника анестетиків

В даному дипломному проекті було розроблено випарник рідких анестетиків (додаток А ДП ПБ-з51.1702.005 СК), та запропоновано покращити його за рахунок модернізації крану. На рис.2.1 показано основні складальні одиниці та деталі даного вузла

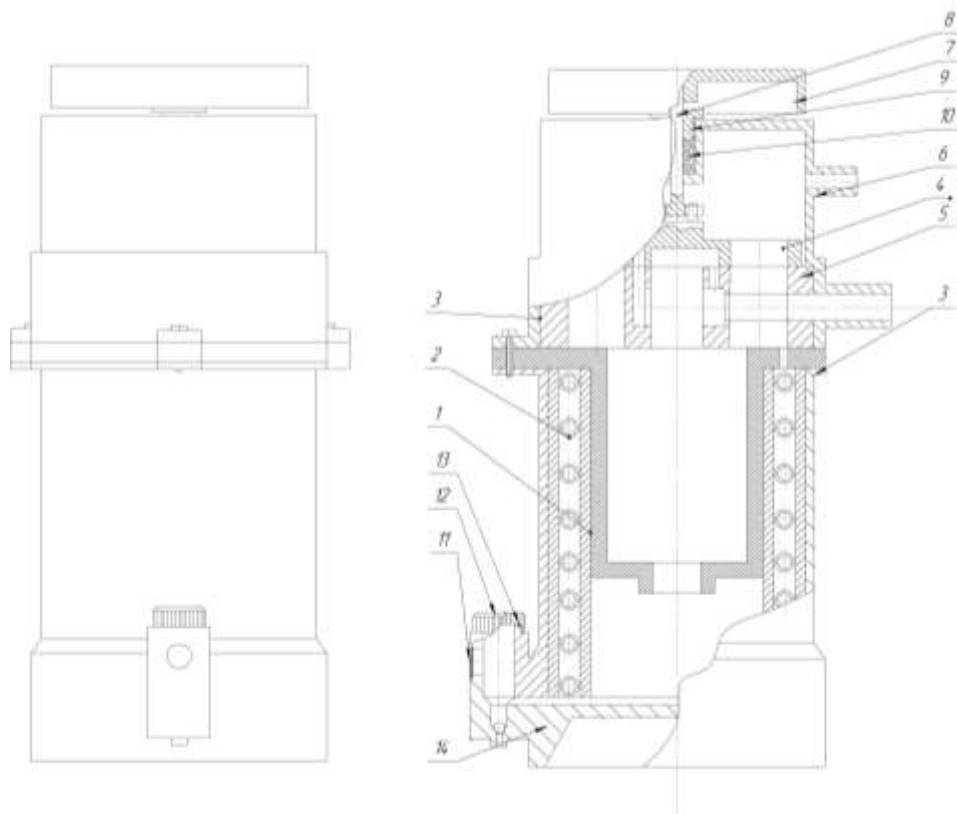


Рис.2.1. Складальне креслення випарника анестетиків: 1 - стакан, 2 - газорозподільча спіраль, 3 - фітель, 4 - рухомий диск, 5 - нерухомий диск, 6 - корпус крану, 7 - ручка зі шкалою, 8 – вісь, 9 – втулка, 10 і 13-пружини, 11 – захисне скло, 14 – корпус, 15 – датчик контролю температури.

Розрахуємо основні та відносні показники технологічності виробу.

## **2.2. Розрахунок технологічних критеріїв випарника анестетиків**

### **2.2.1. Основні критерії технологічності**

Основні критерії технологічності характеризують витрати по трудомісткості та собівартості виробу у порівнянні з виробом, що випускався раніше [26].

#### **1) критерій трудомісткості:**

$$K_{TP} = \frac{T_{TP.B.}}{T_{TP.B.B.}} < 1, \quad (2.1)$$

де  $T_{TP.B.}$  - трудомісткість впроваджуваного у виробництво виробу, дорівнює всьому циклу виготовлення;

$T_{TP.B.B.}$  - трудомісткість базового виробу, яка вибирається з групи однотипних виробів, що випускались раніше та мають найбільший показник в кон'юктурності.

#### **2) критерій собівартості:**

$$K_C = \frac{C_{B.}}{C_{B.B.}} < 1, \quad (2.2)$$

де  $C_{B.}$  - собівартість виробу.

$C_{B.B.}$  - собівартість базового виробу.

Ці показники застосовувані на виробництві, де є свої показники кожного робочого місця, характерні для даного виробництва тому дипломному проекті вони не розглядались.

### **2.2.2. Відносні показники технологічності випарника анестетиків**

Відносні показники описують технологічну конструктивність складності виробу [26], до них відносяться уніфікація робочих операцій, складальних одиниць, деталей. В таблицях 2.1-2.3 приведені відносні показники технологічності випарника анестетиків системи інгаляційного наркозу.

Таблиця 2.1. Перелік вузлів випарника анестетиків

№	Вузол	Кількість	Уніфікація
1	Камера випаровувала	1	Не уніфікований
2	Рухомий вузол диску	1	Не уніфікований
3	Розподільний кран	1	Не уніфікований
4	Датчик контролю температури	1	Уніфікований

Таблиця 2.2. Перелік операцій випарника анестетиків

№	Операція	Уніфікація
1	Пресування	Уніфікований
2	Встановлення	Не уніфікований
3	Згвинчування	Уніфікований
4	Контроль	Не уніфікований
5	Випробування	Уніфікований
6	Маркування	Уніфікований

Таблиця 2.3. Перелік деталей випарника анестетиків

№	Деталь	Кількість	Уніфікація
1	Фітель	2	Уніфікований
2	Газорозподільча спіраль	1	Уніфікований
3	Стакан	1	Не уніфікований
4	Корпус	1	Не уніфікований
5	Рухомий диск	1	Не уніфікований
6	Вісь	1	уніфікований
7	Нерухомий диск	1	Не уніфікований
8	Пружина	1	уніфікований
9	Втулка	1	Не уніфікований
10	Ручка	1	Не уніфікований
11	Пружина	1	уніфікований
12	Захисне скло	1	уніфікований
13	Кришка	1	Не уніфікований
14	Гвинт	3	уніфікований
15	Корпус	1	Не уніфікований

1) показник конструкторської складності [26]:

$$K_{cl} = \frac{N_{\Sigma}}{n_{\Sigma}} = \frac{4}{18} = 0,222 \approx 0,2 \quad (2.3)$$

$N_{\Sigma}$  – число всіх складальних одиниць на схемі структурного складу;

$n_{\Sigma}$  – число всіх деталей в приладі, з урахуванням їх кількості.

Якщо:  $K_{сл} < 0,1$  – погана технологічність;

$K_{сл} = 0,1 - 0,2$  – задовільна технологічність;

$K_{сл} > 0,2$  – добра технологічність.

Оскільки,  $K_{сл} = 0,22$  – технологічність вважається доброю.

**2) показник уніфікації виробу [26]:**

$$K_{yn} = \frac{N_{yn} + n_{yn}}{N_{\Sigma} + n_{\Sigma}} = \frac{1 + 10}{4 + 18} = 0.5 \quad (2.4)$$

$N_{yn}$  – число уніфікованих складальних одиниць на схемі структурного складу;

$n_{yn}$  – число всіх уніфікованих деталей в приладі;

$N_{\Sigma}$  – число всіх складальних одиниць на схемі структурного складу;

$n_{\Sigma}$  – число всіх деталей в приладі.

Якщо:  $K_{yn} < 0,25$  – то погана технологічність;

$K_{yn} = 0,25 - 0,5$  – задовільна технологічність;

$K_{yn} > 0,5$  – добра технологічність.

Оскільки,  $K_{yn} = 0,5$  – технологічність вважається доброю.

**3) критерій уніфікації вузлів [26]:**

$$K_{yn.N} = \frac{N_{yn.6}}{N_{\Sigma}} = \frac{1}{4} = 0.25 \quad (2.5)$$

$N_y$  – число всіх уніфікованих складальних одиниць схемі структурного складу;

$N_{\Sigma}$  – число всіх складальних одиниць на схемі структурного складу;

Якщо:  $K_{yn.N} < 0,2$  – погана технологічність;

$K_{yn.N} = 0,2 - 0,5$  – задовільна технологічність;

$K_{yn.N} > 0,5$  – добра технологічність.

Оскільки,  $K_{yn.N} = 0,25$  вважається задовільною технологічність.

**4) критерій уніфікації деталей [26]:**

$$K_{yn.n} = \frac{n_{yn}}{n_{\Sigma}} = \frac{10}{18} = 0,5556 \approx 0,56 \quad (2.6)$$

$n_{yn}$  – число всіх уніфікованих деталей в приладі;

$n_{\Sigma}$  – число всіх деталей в приладі.

Якщо:  $K_{yn.n} < 0,3$  – погана технологічність;

$K_{yn.n} = 0,3 - 0,6$  – задовільна технологічність;

$K_{yn.n} > 0,6$  – добра технологічність.

Оскільки,  $K_{yn.n} = 0,56$  – задовільна технологічність.

**5) критерій уніфікації технологічних складальних процесів [26]:**

$$K_{yn.m.n} = \frac{Q_{yn.op.}}{Q_{\Sigma op.}} = \frac{4}{6} = 0.67 \quad (2.7)$$

$Q_{yn.op.}$  - число всіх уніфікованих операцій;

$Q_{\Sigma op.}$  - число всіх операцій.

Якщо:  $K_{yn.m.n} < 0,5$  – погана технологічність;

$K_{yn.m.n} = 0,5 - 0,75$  – задовільна технологічність;

$K_{yn.m.n} > 0,75$  – добра технологічність.

$K_{yn.m.n} = 0,67$  - задовільна технологічність.

Сумарний показник технологічності буде менше одиниці і складатись зі суми всіх вище знайдених коефіцієнтів.

$K_v = (0,22 + 0,5 + 0,25 + 0,56 + 0,67) / 5 = 0,44$  (технологічність вважається задовільною).

Із приведених вище розрахунків та  $K_v$  ми можемо зробити висновок, що технологічність виробу задовільна, але з використанням закупних складальних одигниць можемо змінити її в кращу сторону.

### **2.3. Розрахунок точності складальних робіт випарника анестетиків**



Основні критерії показників точності виробів регламентує ГОСТ 16320-80, згідно з яким під точністю розуміють ступінь відповідності параметрів реально виготовленого виробу всім вимогам креслення і технічних умов. Ця відповідність визначається за розмірами або геометричними характеристиками виробу і за його фізико-хімічними параметрами [26].

Забезпечення геометричної точності при складанні механічних ланцюгів механізмів, має наступне завдання, а саме знаходження замикаючої ланки, та її верхніх і нижніх відхилень. Замикаюча ланка є гарантованим зазором, що дозволяє механізму правильно функціонувати (рис.2.1).

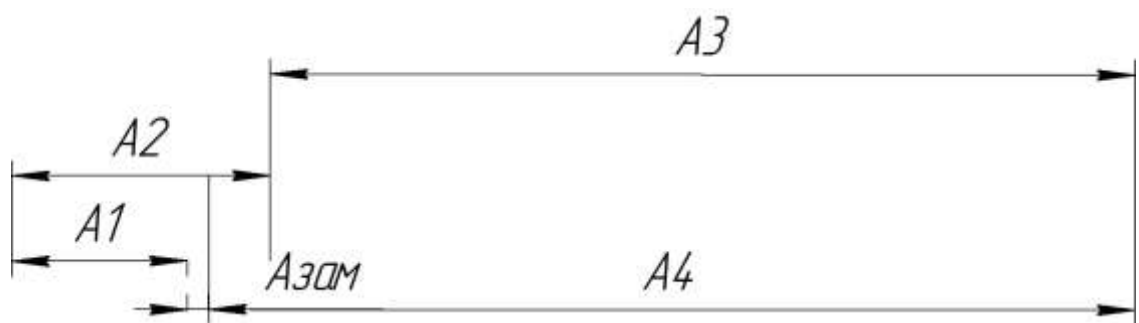


Рис.2.2. Схема розмірного ланцюга

Розміри та допуски складових ланок розмірного ланцюга:

$A_1 = 23$ мм (зменшуюча ланка)	$\partial_1 = \pm 0.3$ мм;
$A_2 = 34$ мм (збільшуюча ланка)	$\partial_2 = -0.05$ мм;
$A_3 = 114$ мм (збільшуюча ланка)	$\partial_3 = -0.2$ мм;
$A_4 = 122$ мм (зменшуюча ланка)	$\partial_4 = \pm 0.05$ мм;

Номінальний розмір замикаючої ланки визначимо по формулі [26]:

$$A_{зам.} = \sum_{i=1}^n A_{i зб} - \sum_{j=1}^m A_{j зм},$$

де  $A_{зам.}$  – номінальний розмір замикаючої ланки;

$\sum_{i=1}^n A_{i зб}$  – сума розмірів всіх збільшуючих ланок розмірного ланцюга;

$\sum_{j=1}^m A_{j\text{ зам}}$  – сума розмірів всіх зменшуючих ланок розмірного ланцюга.

$$A_{\text{зам}} = (34 + 114) - (23 + 122) = 3 \text{ мм}$$

*Координатний метод (пряма задача)*

1) Знаходимо координати середини допуску кожної ланки розмірного

ланцюга:

$$K = \frac{(BB) + (HB)}{2}, \quad (2.8)$$

$$K_1 = \frac{0,3 - 0,3}{2} = 0$$

$$K_2 = \frac{0 - 0,5}{2} = -0,25$$

$$K_3 = \frac{0 - 0,2}{2} = -0,1$$

$$K_4 = \frac{0,5 - 0,5}{2} = 0$$

де  $K$  – координата середини допуску ланки;

$(BB)$  – верхнє відхилення;

$(HB)$  – нижнє відхилення.

2) Знаходимо величину допуску  $\delta_{\text{зам}}$ :

$$\delta_{\text{зам}} = \sum_{i=1}^{m-1} |\delta_i| \quad (2.9)$$

$$\delta_{\text{зам}} = -0,5 + 0,5 - 0,3 + 0,3 + -0,2 - 0,5 = -0,7$$

3) Знаходимо координату середини допуску замикаючої ланки:

$$K_{\text{зам}} = \sum_{i=1}^n K_{i\text{ зб}} - \sum_{j=1}^m K_{j\text{ зам}} \quad (2.10)$$

$$K_{\text{зам}} = (-0,25 - 0,1) - (0 + 0) = -0,35$$

4) Знаходимо верхнє та нижнє відхилення замикаючої ланки:

$$(BB)_{\text{зам}} = +0,35 \text{ мм}$$

$$(HB)_{\text{зам}} = -0,95 \text{ мм}$$

Таким чином, в результаті розрахунку допуску на замикаючу ланку координатним методом, одержуємо остаточну відповідь [24]:

$$A_{зам} = 3_{-0,95}^{0,35} \text{ мм}$$

*Екстремальний безномінальний метод (пряма задача)*

Цей метод найпростіший і рекомендується для застосування на виробництві [26].

Застосовуючи метод визначаємо  $(HB)_{зам}$  і  $(BB)_{зам}$ :

$$(BB)_{зам} = \sum_1^n (BB_i)_{зб} - \sum_1^q (HB_j)_{зм}; \quad (2.12)$$

$$(HB)_{зам} = \sum_1^n (\hat{IA}_i)_{за} - \sum_1^q (\hat{BA}_j)_{зі}, \quad (2.13)$$

де  $(BB)$  та  $(HB)$  – верхнє і нижнє відхилення допусків складових ланок, які взято зі своїми знаками.

Розрахуємо за поданими формулами відхилення замикаючої ланки:

$$(BB)_{зам} = (0 - 0) - (-0,3 - 0,05) = +0,35 \text{ мм}$$

$$(HB)_{зам} = (-0,5 - 0,2) - (0,3 + 0,05) = -0,95 \text{ мм}$$

Таким чином, в результаті розрахунку допуску на замикаючу ланку екстремальним методом без врахування номіналів, одержуємо відповідь [26]:  $A_{зам} = 3_{-0,95}^{0,35}$

## 2.4. Розробка технологічного процесу складання випарника анестетиків

Проектування технологічного процесу складання включає вибір найбільш раціональних процесів і способів складання, визначення послідовності з'єднання деталей та складальних одиниць, регулювання та контролю виробу (чи складальних одиниць) з призначенням обладнання, робочих і вимірювальних інструментів [26], що дозволить скоротити

трудомісткість, час на складання виробу та відповідно зниження його вартості.

Після розробки складального креслення проводиться аналіз та встановлення зв'язку між умовами, деталями, складальними одиницями, які впливають на якість виробу.

Проектування технологічного процесу складання складається із наступних етапів [26]:

- на підставі аналізу конструкторської документації розробляється схема складального складу і технологічна схема складання;
- здійснюється вибір організаційної форми складання враховуючи конструктивні особливості виробу, річної програми випуску, умов взаємозамінності та ін.;
- здійснюється вибір методу складання виходячи з вимог взаємозамінності і прийнятої організаційної форми складання;
- розробляється технологічний маршрут складання;
- вибирається обладнання робочих місць відповідно з призначенням складальних операцій;
- добирається універсальна і проектується спеціальна оснастка;
- для отримання складальних операцій добираються допоміжні матеріали (припій, флюс, клей і т.п.);
- встановлюються режими роботи для кожної операції;
- по відповідним нормативам визначається розряд робочого складальника;
- утворюється нормування операцій [26].

#### **2.4.1. Схема складального складу блоку випарника анестетиків**

На підставі аналізу конструкторської документації створюється схема складального складу. Побудова таких схем дає можливість визначити конструкцію і складальні елементи приладу та їх взаємозв'язок, а також

увияти проект структуру процесу складання. Схема складального складу (ССС) використовується для аналізу і синтезу приладу в процесі складання [26]. В даному дипломному проекті розроблений технологічний процес складання блоку випарника анестетиків. Схема складального складу блоку випарника анестетиків представлена на кресленні ДП ПБ-351.1702.006 Сх (Додаток А) та представлено на рис.2.3.

Блок випаровувача анестетиків складається з трьох вузлів:

- Камера випаровування у складі поз. А1;
- Кран розподільчий в складі поз. А2;
- Вузол рухомого диску в складі поз.А3;
- Датчик температурного контролю поз.16;

та деталей: захисне скло поз. 11, кришка з отвором поз. 12, пружина поз. 13, корпус поз. 14 та гвинти поз. 15 (3 шт).

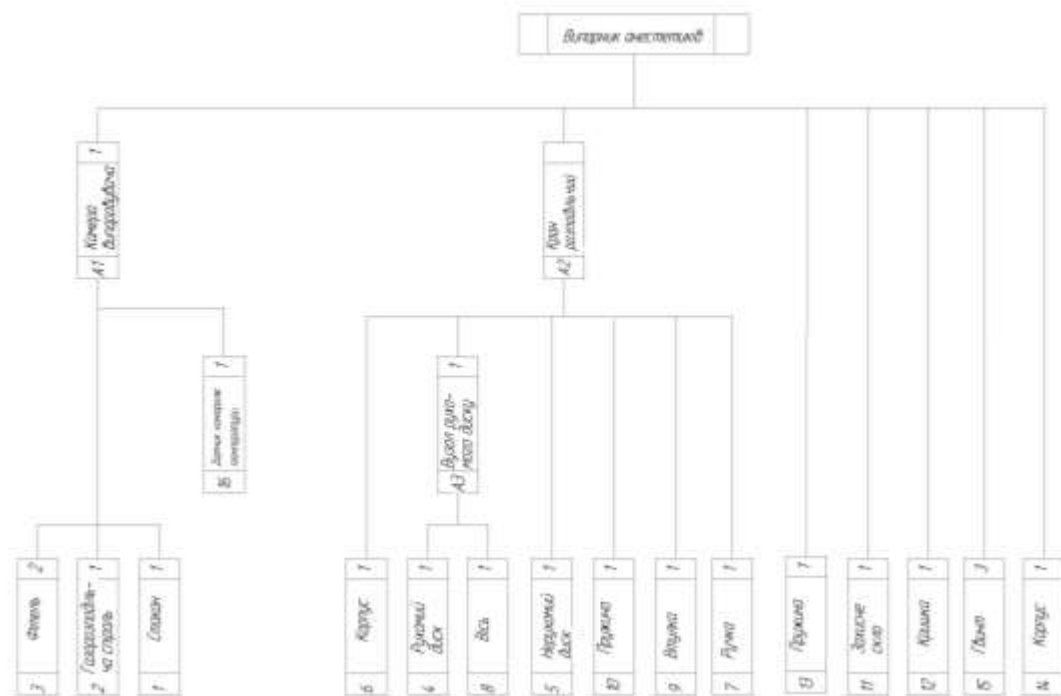


Рис. 2.3. Схема складального складу блоку випарника анестетиків

Камера випаровування у складі поз. А1 складається з деталей: фітіль поз.3 (2 шт.), газорозподільча спіраль поз. 2, стакан поз. 1.

Кран розподільчий в складі поз. А2 складається з вузла рухомого диску в складі поз. А3 та складальних одиниць: корпус поз. 6, нерухомий диск поз. 5, пружина поз. 10, втулка поз.9, ручка поз 10.

Вузол рухомого диску в складі поз.А3 складається з деталей: рухомий диск поз.4, вісь поз.8.

### **2.3.2 Технологічна схема складання**

Послідовність складання, способи забезпечення з'єднань, періодичність і зміст процесу регулювання, випробувань і контролю визначає технологічна схема складання. Деталі і складальні одиниці в схемі виконуються у вигляді прямокутників, поділених на три частини, аналогічно їх зображенню на схемі складального складу. В першій частині прямокутників проставляється номер позиції деталі згідно специфікації, в другій – її найменування, в третій – кількість деталей даного найменування, що використовуються при складанні в цьому проході [26].

Технологічна схема складання (ТСС) блоку випаровувача анестетиків представлена на кресленні ДП ПБ-351.1702.007 Сх Додаток А та на рис. 2.4.

Етапи складання блоку управління приладом:

Комплексне складання виробу починається з етапу складання вузла “камера випаровувача в складі ” поз. А1, базовою деталлю якої є стакан поз. 1, на який в наступній послідовності проводять установку та складання деталей: встановлюють два фітелі поз.3, а між ними газорозподільча спіраль поз.2 та встановлення температурного датчику поз.16. Проводиться контроль виконаних робіт.



Послідовність складання: встановлюється рухомий диск поз. 8 (8 шарів) та пресується. Проводиться контроль.

Складання крану розподільчого у складі поз. А2. Базовою деталлю є корпус поз. 6. Послідовність складання: встановлюється вузол рухомого диску у складі поз.А3 та пружина поз.10. Втулка поз.10 пресується у вісь поз. 8, ручка поз. 7 пресується на втулку поз. 9. Встановлюється нерухомий диск поз. 5. Проводиться контроль.

У корпус поз. 14 встановлюють вузол камери випаровування у складі поз. А1. Проводять контроль. Встановлюють кран розподільчий у складі поз.А2 та закріплюють трьома гвинтами поз.15. Встановлюють скло захисне поз.11, пружину поз. 13, а кришку поз.13 садять на різьбу.

Проводиться остаточний комплексний контроль виробу та його випробування. Далі проводиться маркування та відправлення на пакування.

### 2.4.3 Розробка маршрутних карт

На основі ССС та ТСС розроблено технологічний процес у вигляді маршрутної карти, що представлена в Додатку Б, що містить детальний опис та складання на кожному з етапів переміщення. Складання маршрутних карт складальних робіт виконується у відповідності з загальним встановленим ГОСТ 3.1407-71 [26].

### 2.5. Стенд для перевірки працездатності випарника анестетиків системи інгаляційного наркозу

Повірку працездатності випарника анестетиків проводять відповідно контролю анестетиків на виході випарника на постійному потоці газу при одному з значень 2, 6, 8 або 10 дм/хв (л/хв). Схема перевірки представлена на рис.2.5.

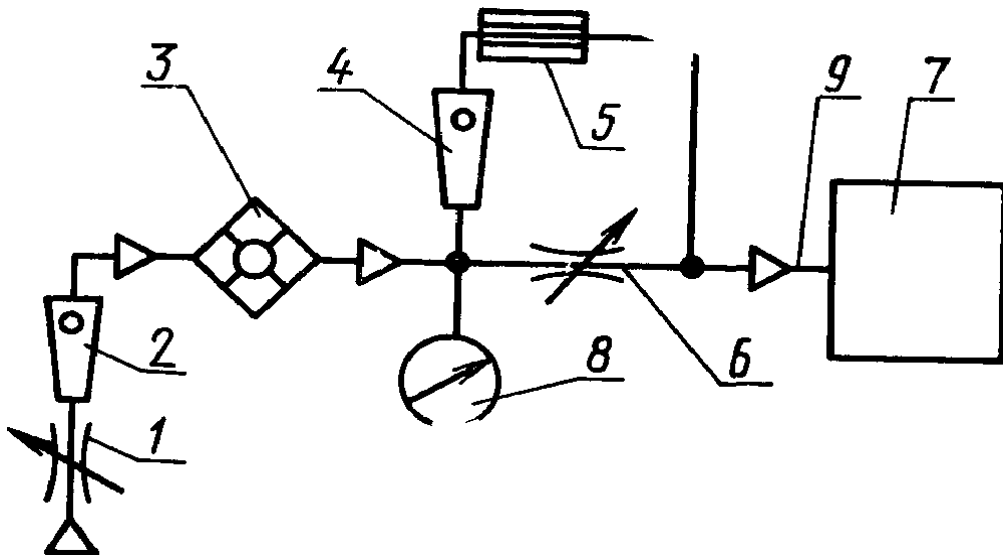


Рис 2.5. Схема перевірки витрат газів у випарнику анестетиків [26]:  
1-дросель; 2 - ротаметр 1, 3 - випарник анестетиків; 4 - ротаметр 2; 5-пристрій для вимірювання концентрації парів наркотизуючих речовин; 6-дросель; 7-витяжна шафа; 8 -манометр; 9 -газовідводний шланг.



Витрата газу, що подається в апарат, встановлюють дроселем по ротаметру з межею допустимої похибки  $\pm 1,5 \text{ дм}^3/\text{хв}$  (л/хв) при витраті газу  $25 \text{ дм}^3 / \text{хв}$  (л/хв) і  $\pm 0,5 \text{ дм}^3 / \text{хв}$  (л/хв) -за витраті газу  $10 \text{ дм}^3 / \text{хв}$  (л/хв) [27].

Витрата газу через вимірювальну кювету інтерферометра встановлюють рівним  $(1 \pm 0,2) \text{ дм}^3/\text{хв}$  (л/хв) за допомогою дроселя, контролюючи витрату ротаметром 2 з граничною похибкою  $\pm 0,1 \text{ дм}^3/\text{хв}$  (л/хв).

Об'ємна роздільна здатність інтерферометра по галотаном - не гірше 0,05%.

Тиск у системі, який контролюється манометром з граничною похибкою  $\pm 0,2 \text{ кПа}$ , не повинен перевищувати  $0,4 \text{ кПа}$ .

Вільний кінець газовідвідного шлангу поміщають в витяжну шафу з розрідженням не більше  $0,05 \text{ кПа}$ .

## **Висновок**

В дипломному проекті були розглянуті питання вдосконалення апарату інгаляційного наркозу та розроблено 2 розділи: конструкторський та технологічний.

В конструкторському розділі проекту розглянуті анатомічну будову нервової системи людини, її фізіологічні параметри, види анестетиків та їх вплив на нервову систему. Розроблено класифікація апаратів для інгаляційного наркозу, проведений огляд і аналіз існуючих технічних рішень та аналогів. Запропоновано загальний вигляд системи інгаляційного наркозу, з подальшим розглядом її конструкції, принципу дії та проведенню необхідних проектних розрахунків. Були розроблені його структурна і пневматична схеми. Запропонована модернізація системи на рівні блоку випарника анестетиків, а саме крану регулювання анестетиків, що забезпечить необхідні корективи в проведенні анастезії.

В технологічному спроектовано складальне креслення приладу, також проведений опис його вузлів, виконано деталювання, проведені всі необхідні розрахунки, пов'язані з описом та відпрацюванням виробу на технологічність та забезпечення геометричної точності складання, розроблено схеми складального складу, технологічної схеми складання приладу та маршрутні карти.

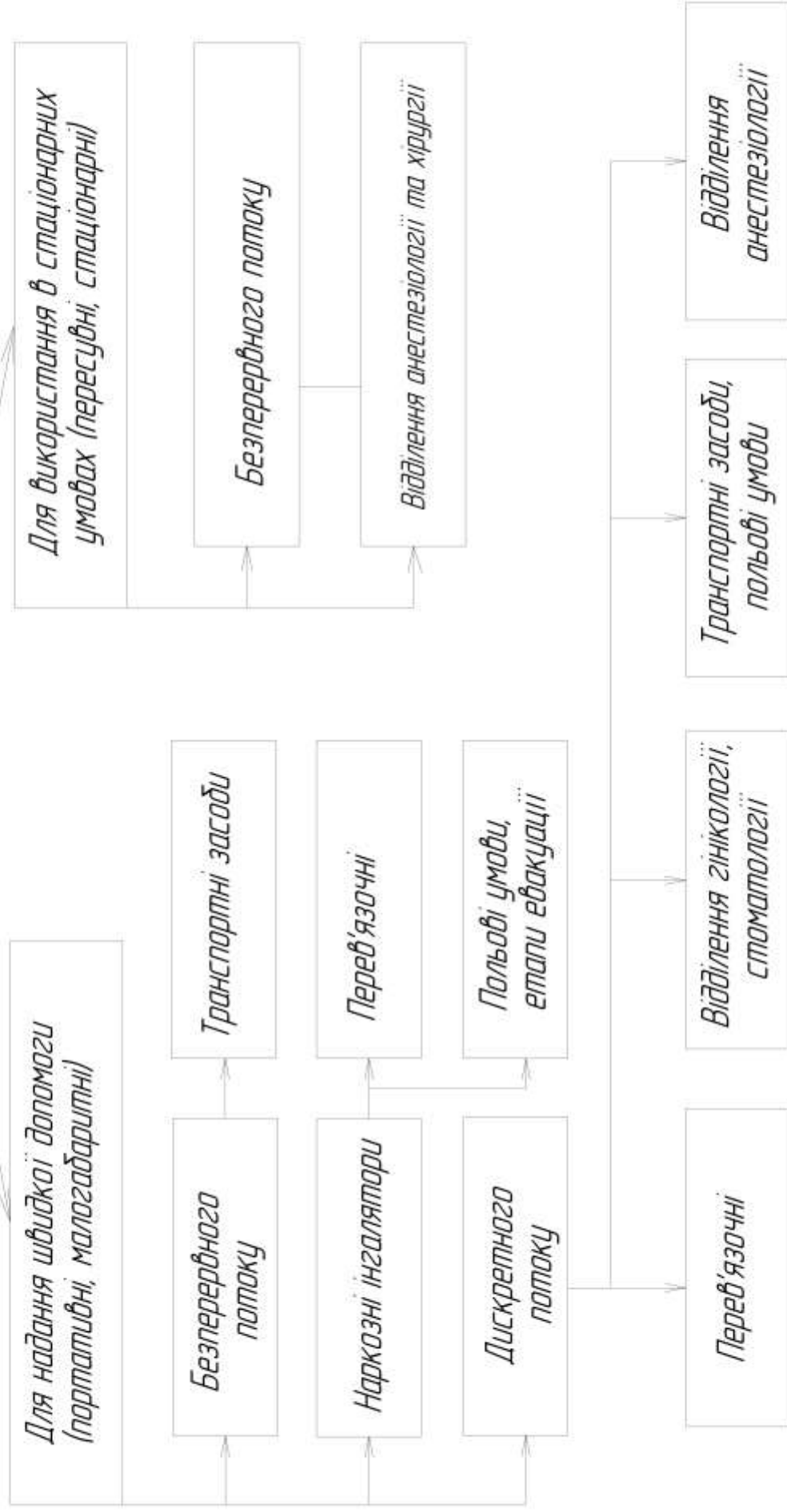
## Список використаних джерел

1. Агаджанян Н.А. Физиология человека / Агаджанян Н.А. и др. -М: Мед. Книга, 2001.- 526с
2. Дюбенко К.А. Анатомія людини, у 2 част. / Дюбенко К.А. та ін. - К.:ЗАТ «Атлант», 2002.-689С.
3. Нервова й гуморальна саморегуляція на рівні організму. uabooks – режим доступу <http://uabooks.top/546-nervova-y-gumoralna-samoregulyasya-na-rvyn-organzmu.html>
4. Анатомія і фізіологія нервової системи – Режим доступу <http://www.funnyanatomy.in.ua/wp-content/uploads/2014/10/Загальні-принципи-організації-НС-соц.pdf.pdf>
5. Самусєв Р. П. Атлас анатомії людини / Р. П. Самусєв, В. Я. Ліпченко. - М., 2002. - 704 с.: Іл..
6. БУДОВА СПИННОГО МОЗКУ – режим доступу <http://physiology.nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2017/07/Розділ-4.6.-Будова-спинного-мозку.pdf>
7. ЗАСОБИ, ЩО ДІЮТЬ НА ПЕРИФЕРІЙНУ НЕРВОВУ СИСТЕМУ – режим доступу [http://192.162.132.48:555/elektroveterynarnamed/ЕлПос\\_ФАРМАКОЛОГІЯ20\(1\)/ЕлПос\\_ФАРМАКОЛОГІЯ/3/3\\_2/3\\_2\\_3.htm](http://192.162.132.48:555/elektroveterynarnamed/ЕлПос_ФАРМАКОЛОГІЯ20(1)/ЕлПос_ФАРМАКОЛОГІЯ/3/3_2/3_2_3.htm)
8. ЗАСОБИ ДЛЯ НАРКОЗУ - режим доступу [http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/pharmakologia/classes\\_stud/uk/pharm/prov\\_pharm/Засоби\\_для\\_наркозу.htm](http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/pharmakologia/classes_stud/uk/pharm/prov_pharm/Засоби_для_наркозу.htm)
9. Фармокологія. Психотропні препарати – режим доступу [https://pidruchniki.com/68246/meditsina/psihotropni\\_preparati](https://pidruchniki.com/68246/meditsina/psihotropni_preparati)
10. Берлин А. З. Наркоз и дозирование анестетиков. / Берлин А. З., Мещеряков А. В. М., «Медицина», 1980.
11. Ингаляционная анестезия у детей: стабилизированные мини - испарители низкого сопротивления внутри (vic) и вне (voc) дыхательного контура. Режим доступу: <http://rusanesth.com/stati/ped/9.html>

12. Аппараты ингаляционного наркоза и искусственной вентиляции легких. Общие технические требования. Методы испытаний. / Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/13/13569.shtml>
13. Наркозные аппараты – режим доступа <http://balakovo-vet.ru/content/narkoznye-apparaty>
14. Медико-производственная проектно-строительная группа компаний. Наркозная система "Полинаркон-12"/ Режим доступа: [http://www.trollcompany.ru/production/anesthesia\\_apparatus/anesthetic\\_system\\_polinarkon\\_12.php](http://www.trollcompany.ru/production/anesthesia_apparatus/anesthetic_system_polinarkon_12.php)
15. Наркозно-дыхальный аппарат Practice 3000 / Режим доступа: [http://www.dixon.ru/practice\\_3000.htm](http://www.dixon.ru/practice_3000.htm)
16. Система ИИ Wato EX-30/20 - Режим доступа: <http://www.8a.ru/print/12280.php>
17. Наркозный аппарат Fabius Plus / Режим доступа: [http://www.draeger.ru/RU/ru/products/anesthesia\\_workstations/ane\\_Fabius\\_Plus.jsp?showBackButton=true](http://www.draeger.ru/RU/ru/products/anesthesia_workstations/ane_Fabius_Plus.jsp?showBackButton=true)
18. Пат. 2183476 Российская Федерация, МПК С<sub>2</sub> А61М16/10, G06Т1/00. Способ ингаляционной анестезии и оборудование для его осуществления / Вовк С.М., Елисеев Г.М., Ефимов В.В., Орлов А.Н., Сметанников В.П., Сурнин А.Г.: заявитель и патентообладатель Учреждение Российской академии наук Центр информативных технологий в проектировании РАН: №2009113439/14; заявл. 10.03.2006; опубл. 27.01.2007 Бюл. №3
19. Пат. 2197999 Российская Федерация, МПК С<sub>2</sub> А61М16/01. Устройство для ингаляционного наркоза / Годлевский В.У., Степанов В.Л., Абузаров Ф.Н., Исаев И.В., Закутский А.Д., Гончаров А.И., Набережнев Ю.В.: заявитель и патентообладатель ОАО "Уральский приборостроительный завод" РАН: №2009117639/23; заявл. 10.05.2004; опубл. 27.01.2005 Бюл. №5
20. Аппарат ингаляционного наркоза (Патент) / Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/208/2080884.html>

21. Аппарат ингаляционного наркоза / Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/246/2466749.html>
  22. Аппарат ингаляционного наркоза минимального потока (Патент RU 2219964) / Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/221/2219964.html>
  23. The Anesthesia Delivery System – режим доступа [https://cdn.ymaws.com/www.pana.org/resource/resmgr/2017\\_Spring/The\\_Anesthesia\\_Delivery\\_Syst.pdf](https://cdn.ymaws.com/www.pana.org/resource/resmgr/2017_Spring/The_Anesthesia_Delivery_Syst.pdf)
  24. Сильфоны. Расчет и проектирование. Под ред. Л. Е. Андреевой. М., «Машиностроение», 1975., 156 с. с ил.
  25. Испаритель анестетиков / Режим доступа: <http://patentdb.su/4-1810061-isparitel-anestetikov.html>
  26. Румбешта В.О. Основы технології складання приладів: Підручник / Румбешта В.О.-К.: ІСДО, 1993.—303с.
- ГОСТ 18856-81 Аппараты ингаляционного наркоза и искусственной вентиляции легких. Общие технические требования. Методы испытаний – Режим доступа: [https://allgosts.ru/11/040/gost\\_18856-81](https://allgosts.ru/11/040/gost_18856-81)

# ДОДАТОК А

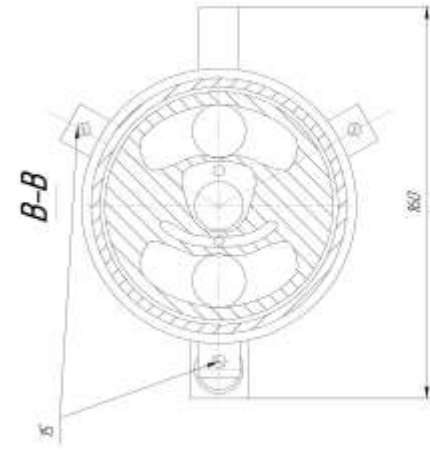
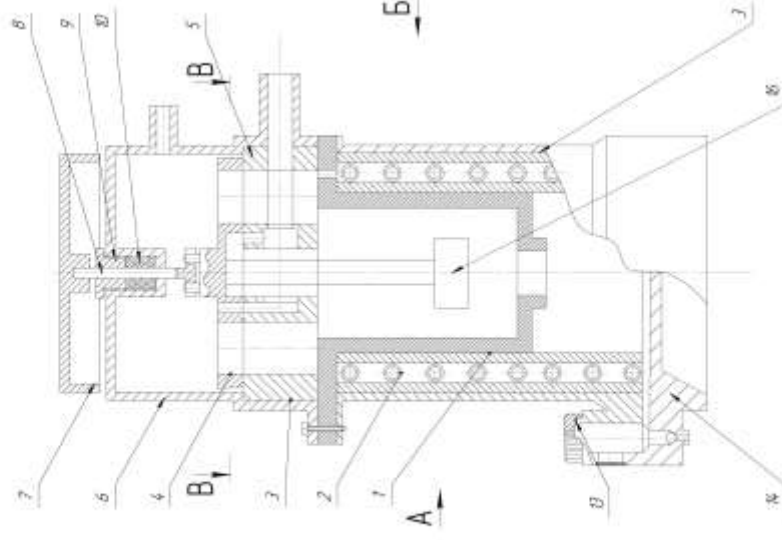












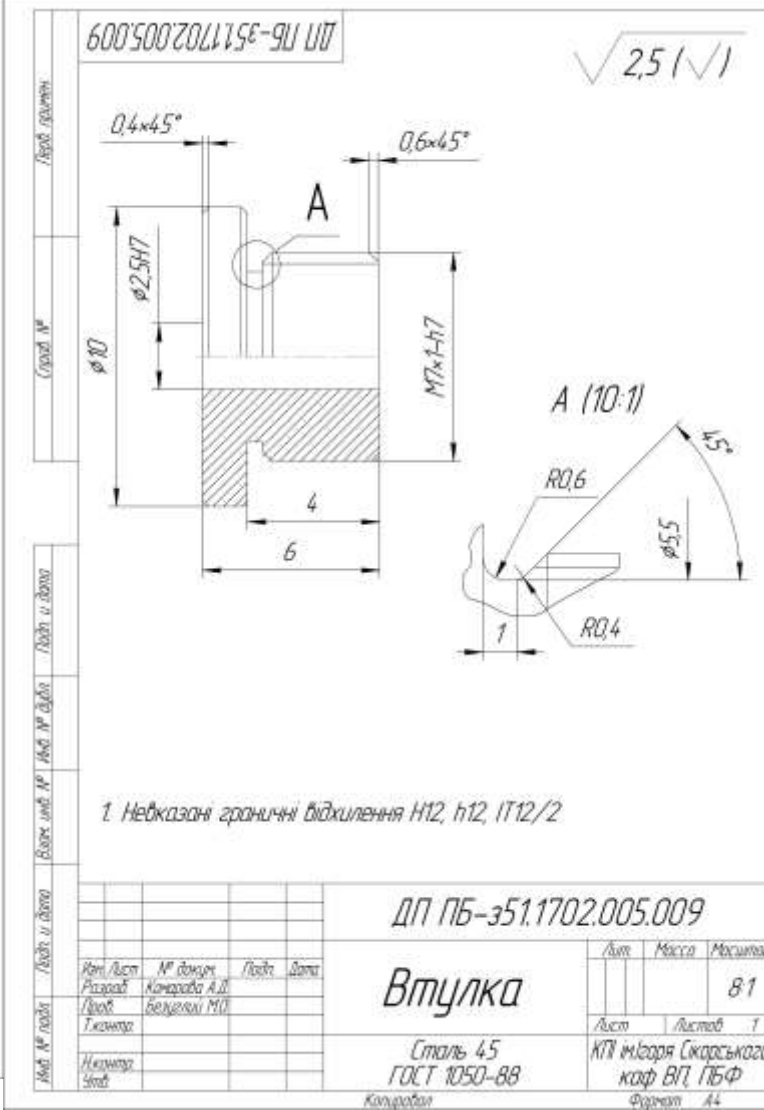
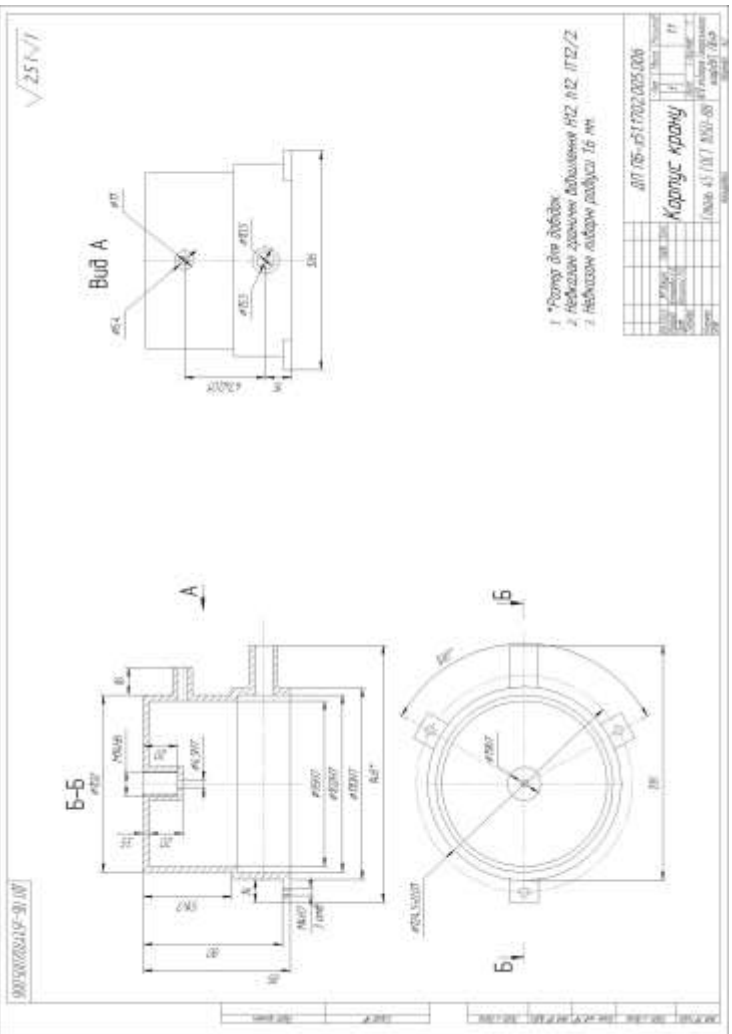
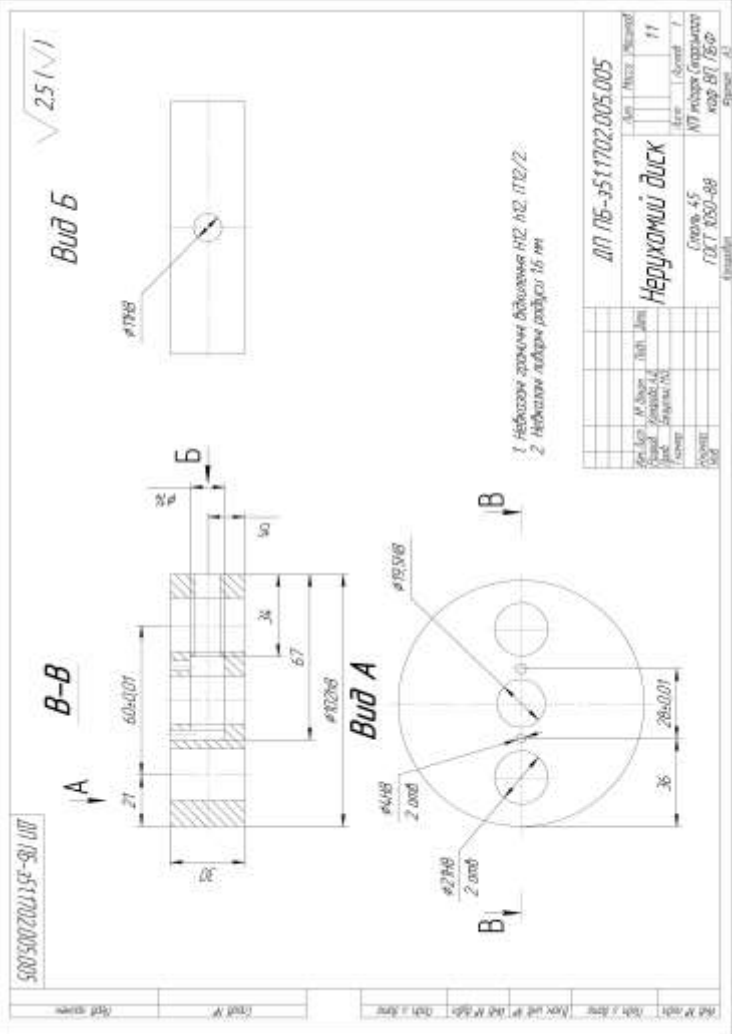
*Bud A*

Bud 6

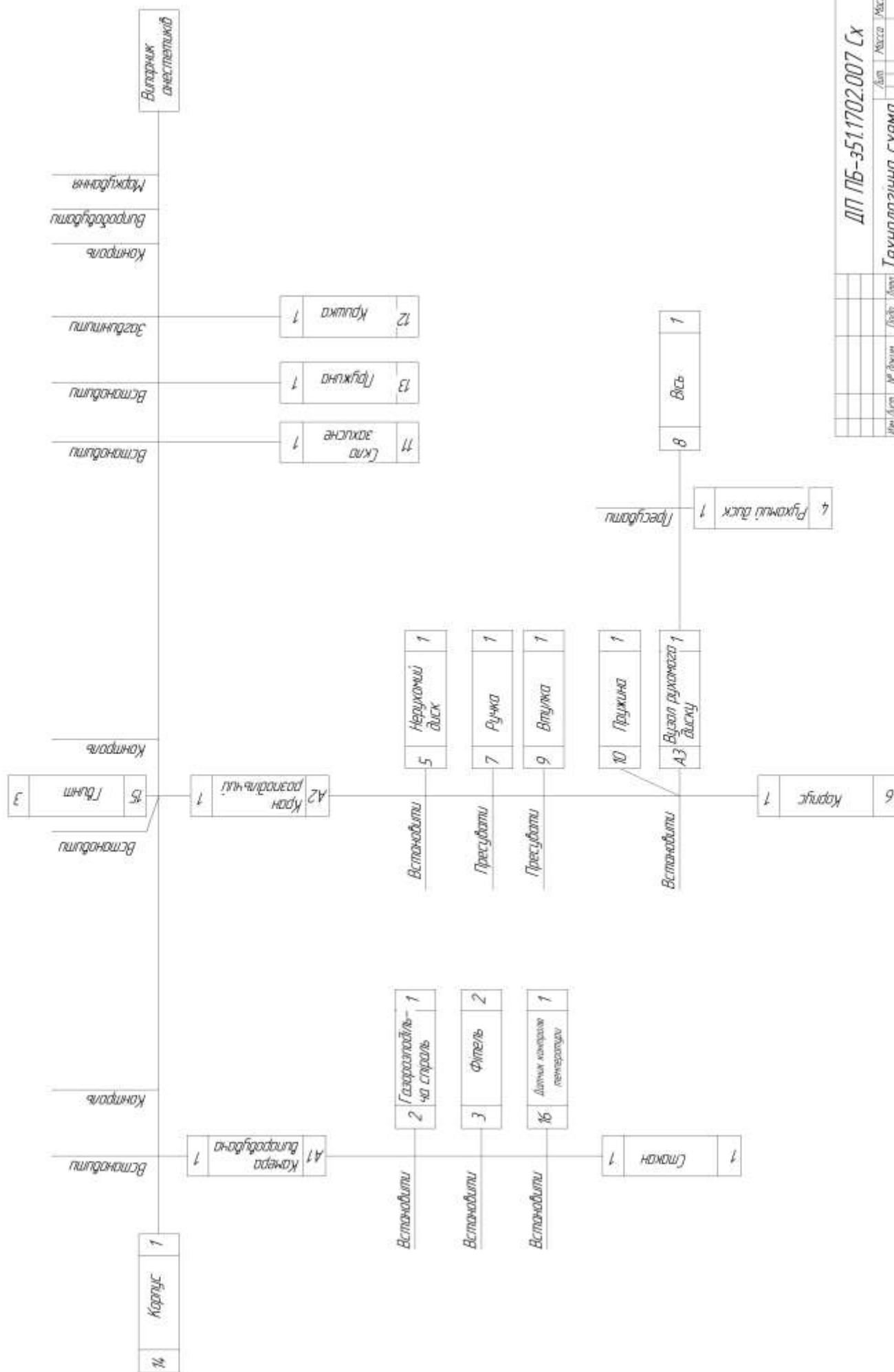
- A1 Комара дитрабуфана
- A2 Кран розподільчий
- A3 Вулза думного даску
- 1 спакан
- 2 газрозподільча сім'я
- 3 фатель
- 4 думачий даск
- 5 нерухомий даск
- 6 корпус крану
- 7 думка зі шкварою
- 8 даск
- 9 ступица
- 10 пружина
- 11 запинне кільце
- 12 краник з отвором для введення
- анелітєлика
- 13 пружина
- 14 корпус
- 15 гвинти
- 16 дитичка краника притискувальна

- 1) *Результат даних досліджень*
- 2) *Забезпечення надійності* біологічних даних, що отримано шляхом статистичної обробки даних
- 3) *Забезпечення надійності* біологічних даних, що отримано шляхом статистичної обробки даних
- 4) *Забезпечення надійності* біологічних даних, що отримано шляхом статистичної обробки даних
- 5) *Забезпечення надійності* біологічних даних, що отримано шляхом статистичної обробки даних
- 6) *Забезпечення надійності* біологічних даних, що отримано шляхом статистичної обробки даних
- 7) *Забезпечення надійності* біологічних даних, що отримано шляхом статистичної обробки даних
- 8) *Забезпечення надійності* біологічних даних, що отримано шляхом статистичної обробки даних

[illegible]





[illegible]

# ДОДАТОК Б

-	ГОСТ 3.1105-84    Форма 2														
	Дубл. Взам. Подл.														
															1
	Розроб.	Комарова А.Д				КПІ ім.Ігоря Сікорського						ПБ-351			
	Н.контр.	Безуглий М.О					Випарник анестетика для системи інгаляційного наркозу								
	О				Б		Т		Р		М				
А.	01	<b>005 Комплектувальна</b>													
Б.	02	Стіл ТЛ-1972А													
О.	03	1. Комплектувати деталі згідно складального креслення і специфікації													
	04														
	05														
А.	06	<b>010 Підготовча</b>													
Б.	07	Стіл ТЛ-1972А													
О.	08	1. Очистити (обезжирити) поверхню деталей													
М	09	Кисть КФ-26 ГОСТ 10597-87													
М.	10	Тканина ГОСТ 29298-92													
М	11	Вата ГОСТ 5556-81													
М	12	Рукавички бавовняно-паперові ГОСТ 5007-87													
	13														
	14														
	15														
	16														



	17												
	18												
	МК	Маршрутна карта											
	ГОСТ 3.1105-84    Форма 2												
	Дубл. Взам. Подл.												
									2				
	Розроб.	Комарова А.Д				КПІ ім.Ігоря Сікорського				ПБ-351			
	Н.контр.	Безуглий М.О					Випарник анестетика для системи інгаляційного наркозу						
.	О				Б		Т		Р		М		
А.	19	<b>015 Складальна</b>											
Б.	20	<i>Стіл ТЛ 1972А</i>											
О.	21	<i>1. Встановити до Корпусу поз.14 вузол Камера анестетиків поз.А1.</i>											
О.	22	<i>2. На базову деталь стакан поз.1. встановлюємо датчик температури поз.16, 2 шт фітелів поз.3 та газову спіраль поз.2 на виході маємо складальний вузол Камера випарника поз.А1</i>											
О.	23												
А.	24	<b>020 Контрольна</b>											
О.	25	<i>Повірка встановлення та з'єднання всіх деталей</i>											
А.	26	<b>025 Складальна</b>											
Б.	27	<i>Стіл ТЛ 1972А</i>											
О.	28	<i>1. За допомогою гвинтів поз,15 (3 шт.) кріпимо вузол Кран розподільчий поз. А2</i>											
О.	29	<i>2. На базову деталь вісьпоз.8 пресуємо рухомий диск поз.4. На виході отримуємо Вузол рухомого диску поз.А3</i>											

О.	30	3. На базову деталь Корпус поз. 6 встановлюємо Вузол рухомого диску поз.А3 та пружину поз.10, пресуємо втулку поз.9 та ручку поз.7, встановлюємо нерухомий диск поз.5. На виході отримуємо Кран розподільчий поз.А2.													
А..	31	030 Контрольна													
О	32	Повірка встановлення та закріплення елементів													
О.	33														
О.															
МК		Маршрутна карта													
	ГОСТ 3.1105-84    Форма 2														
	Дубл. Взам. Подл.														
													3		
	Розроб.	Комарова А.Д				КПІ ім.Ігоря Сікорського							ПБ-351		
	Н.контр.	Безуглий М.О					Випарник анестетика для системи інгаляційного наркозу								
		О				Б		Т		Р		М			
А.	34	035 Складальна													
Б	35	Стіл ТЛ 1972А													
О	36	1. Встановити скло захисне поз.11													
О	37	2. Встановити пружину поз.13													
О	38	3. Загвинтити кришку поз.12													
А.	39	040 Контрольна													
О.	40	Провести контроль													

О.	41	
О.	42	
	43	
А.	44	<b>045 Випробувальна</b>
О.	45	<i>Випробовувати на стенді</i>
А.	46	<b>045 Маркування</b>
О.	47	<i>Встановити маркування</i>
А.	48	<b>050 Пакувальна</b>
О.	49	<i>Пакувати виріб в тару і передати на склад</i>